

# Fascículos para la Capacitación en Tecnología de Producción de Frijol

---

## **Fascículo 6** **Variedades mejoradas del frijol** **(*Phaseolus vulgaris* L.): concepto,** **obtención y manejo**



Rodolfo Araya  
Rafael Rodríguez  
Julio Cesar Molina  
Federico Trece Ramos

 **PROFRIJOL**

## SECCION DE MATERIALES DE CAPACITACION DEL CIAT

---

La sección de materiales de capacitación del CIAT es la unidad encargada de la preparación de todos aquellos medios impresos y audiovisuales que están dirigidos en forma especializada al apoyo de la capacitación tanto a nivel institucional como a nivel de aquella que se hace en los países de su mandato.

Un equipo de cinco profesionales de las ciencias agronómicas dirigidos por un educador, conforman la nómina de la sección. Estos han desarrollado una metodología eficaz para la formación de capacitadores y esquemas eficientes para el diseño y producción de materiales por el sistema de escritorio (Desk-top-publishing) que incorporan las metodologías de presentación de información y de dirección de la capacitación para adultos. Su expertismo se refiere al acompañamiento de científicos y técnicos para la traducción de los contenidos tecnológicos al lenguaje de la capacitación.

La sección ha producido durante los últimos tres años cerca de cincuenta títulos como el que se presenta en este fascículo para la capacitación de personal científico y técnico en tecnologías de producción de yuca, frijol, arroz y pasturas así como para la capacitación de extensionistas en la gestión de la asistencia técnica agropecuaria. Diez de ellos han sido traducidos al portugués y al francés para su empleo en otros países de América Latina y de África.

El CIAT tiene en la sección de materiales de capacitación un mecanismo de colaboración entre centros para la expansión del conocimiento científico a través de la producción de materiales que puedan ser empleados por todos aquellos que tienen a su cargo la generación y la transferencia de tecnologías agropecuarias.



# **Fascículo 6**

## **Variedades Mejoradas del Frijol**

### **(Phaseolus vulgaris L.):**

### **Concepto, Obtención y Manejo**

#### **Autores:**

Rodolfo Araya V., M. Sc.  
Rafael Rodríguez C., M. Sc.  
Julio César Molina C., Ing. Agr.  
Federico Trece Ramos, M. Sc.

**CIAT**  
Centro Internacional  
de Agricultura Tropical

#### **Asesoría científica:**

Carlos A. Flor, M. Sc.  
Stephen Beebe, Ph. D.  
Alberto Román V., M. Sc.

**PROFRIJOL**  
Programa Cooperativo Regional  
de Frijol para Centroamérica, México  
y el Caribe

**Coordinación general:**  
Vicente Zapata S. Ed. D.  
Marceliano López, M. Sc.

**1995**

**Producción:**  
Lucy García S, Ing. Agr.

**Diagramación:**  
Juan Carlos Londoño, Biól  
Flora Stella C. de Lozada, Sec.

## Presentación del Fascículo

La serie de siete fascículos sobre Tecnología de Producción de Frijol es parte del conjunto de materiales publicados por el CIAT en colaboración con la red de investigación en frijol (PROFRIJOL), apoyada por la Cooperación Suiza para el Desarrollo.

Los Fascículos han sido diseñados con dos propósitos: (a) servir de apoyo al aprendizaje de todos aquellos que acudan a cursos, talleres y seminarios sobre Tecnologías de Producción de Frijol, y (b) constituirse en material de difusión de conceptos y métodos para ser aplicados por aquellos que laboren en transferencia de tecnología agropecuaria en América Latina y el Caribe.

Los Fascículo son para los participantes en la capacitación lo que las Unidades de Aprendizaje son para los instructores. Esto quiere decir que las dos publicaciones se complementan, cada una cumpliendo las funciones para las cuales fue diseñada: las Unidades con todo el material de apoyo - ejercicios, transparencias, y anexos- para facilitar la labor del instructor; los Fascículos, más breves, con el compendio del material de lectura que requiere el participante para apropiarse del contenido de tecnología de producción de frijol.

Estos Fascículos deberán estar disponibles para ser distribuidos entre los participantes en los eventos de capacitación de manera que puedan seguir a los instructores en sus presentaciones, y estudiar los conceptos y procedimientos presentados durante la capacitación. Además, deberán servir como material de referencia en el ejercicio de la

## Agradecimientos

Los autores de la presente serie de Fascículos sobre tecnologías de producción de frijol, con especial aplicación a los países de la Red de PROFRIJOL, expresan sus sinceros agradecimientos al doctor Silvio Hugo Orozco quien acompañó el proceso de formación de capacitadores que dió lugar a la producción de los módulos y fascículos de capacitación. A Freddy Saladin y al Comité Ejecutivo de PROFRIJOL, el cual aprobó la elaboración de los fascículos y cartillas que complementan el set de capacitación en frijol para América Latina y el Caribe. También deseamos agradecer al personal científico del Programa de Frijol del CIAT por la revisión que hizo de los materiales, así como a los profesionales de la Sección de Materiales de Capacitación por su excelente labor en la organización de la información de las Unidades en forma de Fascículos.

Nuestro agradecimiento especial a la Ing. Lucy García S. y a la Sra. Flora Stella C. de Lozada, por su paciencia y dedicación altamente profesionales en este esfuerzo de traducción de las Unidades al formato de Fascículos. Muchos extensionistas podrán ahora utilizar los conocimientos que antes estaban en las Unidades únicamente, en su diaria labor con los agricultores de tan vasta zona de producción de este alimento básico en la dieta de los pobladores centroamericanos y el Caribe.

*Los Autores*



## Flujograma para el Estudio de este Fascículo

### Objetivo terminal

Explicar en forma oral y/o escrita la importancia de las variedades mejoradas, sus formas de obtención, uso y ventajas de un manejo tecnológico adecuado.

### Secuencia 1

Concepto de variedad mejorada

### Objetivo

- ✓ Explicar en forma oral y/o escrita, las principales características que diferencian una variedad mejorada de otra que no lo es

### Secuencia 2

Obtención de variedades mejoradas

### Objetivos

- ✓ Explicar en qué situaciones se justifica la obtención de una variedad mejorada.
- ✓ Explicar dos métodos diferentes de obtención de variedades mejoradas

### Secuencia 3

Manejo tecnológico de las variedades mejoradas

### Objetivo

- ✓ Recomendar el manejo tecnológico para una variedad mejorada, dadas las condiciones ambientales

## Introducción al Fascículo

En la mayoría de los países de Centroamérica y el Caribe la producción de frijol no satisface la demanda existente, por lo que algunos de ellos se ven en la necesidad de importar el grano.

La obtención y adopción de variedades mejoradas puede contribuir en forma importante al aumento de la producción de frijol en el área, por esto es necesario promover un trabajo coordinado de todas aquellas personas que se encuentran involucradas en los procesos de investigación, adopción y producción del cultivo. Lo anterior

implica trabajar en la secuencia investigador-extensionista-agricultor, teniendo una estructura común de conocimientos, con claridad conceptual sobre lo que es una variedad mejorada, sus formas de obtención y el manejo tecnológico requerido para lograr un producto superior en cantidad y calidad respecto al uso de las variedades tradicionales de frijol.

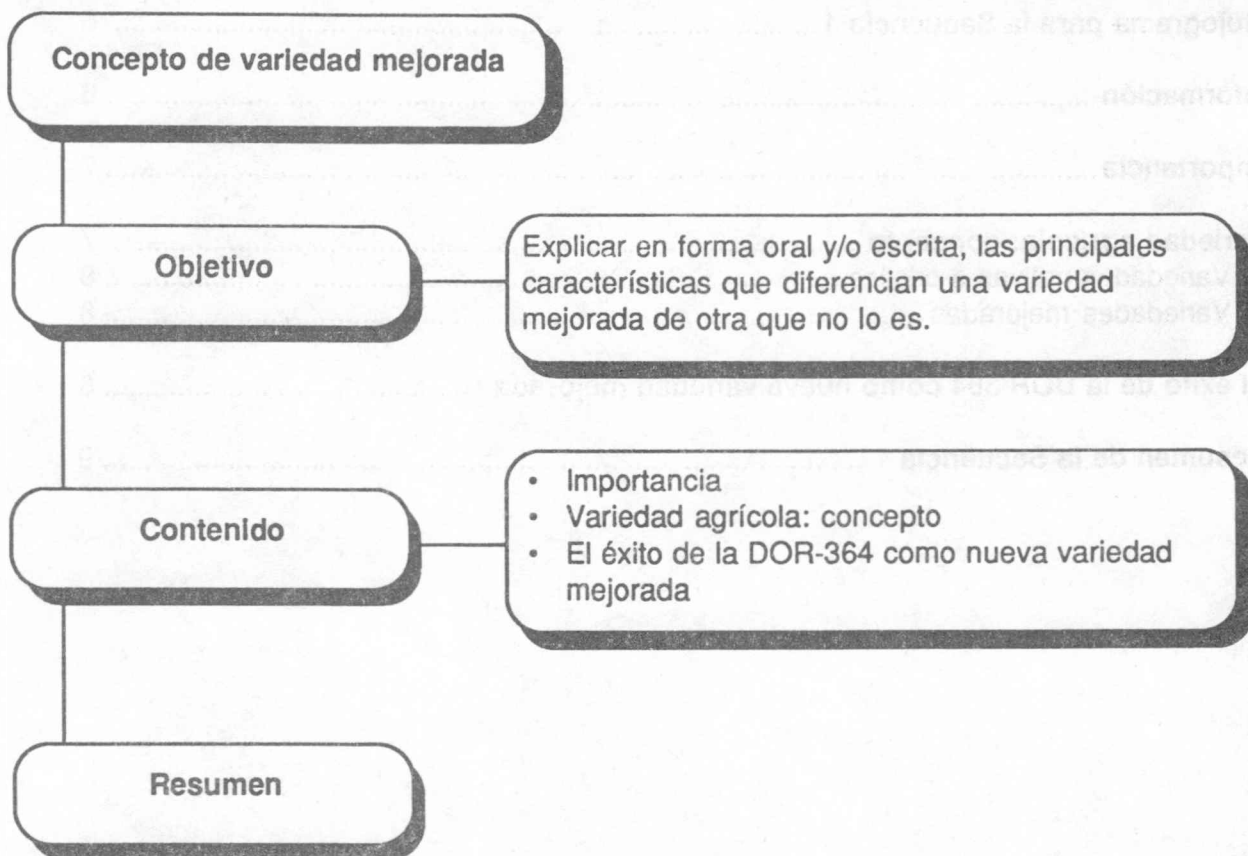
Las variedades mejoradas, por ser productos de procesos de mejoramiento genético, tienen ventajas en términos de resistencia y tolerancia a ciertos problemas, y requieren ciertas condiciones de manejo que les permitan expresar todo su potencial genético.

## Secuencia 1. Concepto de variedad mejorada

	Página
Flujograma para la Secuencia 1 .....	6
Información .....	6
Importancia .....	7
Variedad agrícola: concepto .....	7
• Variedades nativas o criollas .....	8
• Variedades mejoradas .....	8
El éxito de la DOR 364 como nueva variedad mejorada .....	8
Resumen de la Secuencia 1 .....	9



## Flujograma para la Secuencia 1



### Información

En el continente americano el cultivo del frijol es muy antiguo, como lo atestiguan registros de hallazgos arqueológicos de esta leguminosa, de 7.000 años de antigüedad (CIAT, 1985) e información sobre su importancia y uso por los españoles y por los descendientes de ambos grupos étnicos (Brauer, 1973), entre otros.

La selección de variedades nativas se efectuó al parecer con base en el hábito de crecimiento y la arquitectura que ofrecieran mayor competitividad con las malezas, si se consideran las variedades empleadas en frijol tapado (Monge *et. al.*, 1987) y la capacidad de

trepas sobre el maíz sin afectarlo, (hábitos III-B Costa Rica y hábitos IV-A Guatemala), aparentemente sin considerar como objetivo principal la mayor productividad de grano.

Las actuales variedades nativas de nuestras regiones poseen una excelente adaptación a condiciones ecológicas específicas (temperatura, lluvias, suelos, enfermedades y plagas de una microrregión) así como a determinados sistemas de manejo, (Ej. frijol tapado en Costa Rica y Nicaragua, asociación frijol-maíz en todo Centro América. CIAT, 1985. Por lo que al querer sembrarlas bajo un manejo diferente y en sitios distintos al de su origen, pueden mostrar baja adaptabilidad y susceptibilidad a otras razas de patógenos.

Nuestros aborígenes desconocían casi en absoluto los principios fundamentales de la variación y de la herencia y efectuaron únicamente la selección de materiales sobresalientes o no comunes (Ej: tegumento rojo y blanco, hábito arbustivo) por su expresión fenotípica. En la actualidad todavía se podría mejorar una especie con base en sólo la selección fenotípica de genotipos sobresalientes, pero se corre el riesgo de seleccionar sólo genotipos resultantes de la interacción genotipo x ambiente, genotipos que no funcionarían en otras condiciones edafo-climáticas, de manejo y de variabilidad patogénica diferentes a las existentes cuando se efectuó el mejoramiento empírico (De la Loma, 1963).

El mejoramiento genético moderno se basa en una completa comprensión y aplicación de los principios de la genética. La habilidad del fitomejorador es importante, pero por sí misma no es suficiente; es necesario además el conocimiento de las enfermedades de las plantas y su epidemiología, así como de los factores que afectan la adaptación de las plantas. Sin estos conocimientos, el fitomejorador moderno no podría explorar ni comprender la gran variedad de los problemas involucrados (Poehlman, 1983).

### Importancia

El aumento en la productividad del frijol en la región es el principal objetivo que persiguen los programas nacionales, con el fin de satisfacer la demanda por parte de una población en constante crecimiento, dentro de una región de superficie limitada. En el período 89-90 la importación de frijol en toda la región fue de 110.000 toneladas métricas, sin contar con que el consumo per-cápita en varios países es inferior al mínimo necesario en su dieta básica.

El incremento de las áreas de producción de frijol, si no se hace un manejo agronómico adecuado, puede tener las siguientes implicaciones:

- Siembra de extensos terrenos con un solo material genético y un uso intensivo de agroquímicos;
- diversas alteraciones en el agroecosistema, principalmente cuando se prepara el suelo con maquinaria pesada o se siembra a espeque (chuzo) en zonas de ladera.
- destrucción acelerada de la cobertura vegetal
- ataque más intenso de patógenos, debido a que se tiene un huésped uniforme, no se hace rotación de cultivo, o cuando se seleccionan nuevas áreas de siembra en zonas con condiciones edafoclimáticas desfavorables al cultivo del frijol.

Por lo tanto, para evitar o minimizar situaciones como las anteriores es necesario un manejo agronómico adecuado de las nuevas variedades, que incluya la selección apropiada de áreas, épocas de siembra, rotaciones, uso de agroquímicos y otros.

El desarrollo y utilización de nuevas variedades de frijol, mejoradas en sus caracteres morfológicos y fisiológicos, de rendimiento y resistencia/tolerancia a factores ambientales adversos al cultivo, ha permitido en algunas localidades de la región, el incremento y estabilización del rendimiento, lo mismo que la incorporación de nuevas áreas a la producción de frijol, (Ej. variedad CENTA Cuzcatleco, en El Salvador, con resistencia al mosaico dorado).

### Variedad agrícola: concepto

El concepto de variedad agrícola se refiere a un grupo de plantas similares que, debido a sus características genéticas, morfológicas y de comportamiento, se puede diferenciar de otros grupos de plantas y otras variedades dentro de la misma especie. Además de la denominación de variedad agrícola, también se le llama **variedad comercial**, o simplemente **variedad**, que es el término más común (Poehlman, 1983).

## **Variedades nativas o criollas**

Las variedades nativas o criollas han sido obtenidas y manejadas por los agricultores en forma empírica desde tiempos ancestrales. Generalmente poseen buena variabilidad genética, ya que la mezcla de genotipos con sus diferentes grados de resistencia y tolerancia a patógenos o plagas, así como a sequías o a suelos de baja fertilidad garantiza una mayor estabilidad de la producción. Tienen además muy buena adaptación al microclima de la zona donde se cultivan.

## **Variedades mejoradas**

Una variedad mejorada de frijol está constituida por una línea pura o por una población de líneas puras, seleccionadas por sus características superiores respecto a las variedades criollas o variedades mejoradas comerciales, mediante un método de mejoramiento (Márquez, 1988).

### **Consideraciones generales que permiten definir una variedad como mejorada**

Las variedades mejoradas, para que sean aceptadas y adoptadas por los agricultores, deben poseer y expresar características agronómicas con amplias ventajas sobre las variedades criollas o mejoradas de uso comercial en la región. Además, existen una serie de consideraciones básicas sobre las variedades mejoradas que se describen a continuación.

- La variedad mejorada existe por la necesidad de resolver un determinado problema, como: susceptibilidad a un patógeno, suelos ácidos, sequía, altas temperaturas, etc.
- La variedad mejorada se obtiene sólo mediante un método de mejoramiento genético.
- Sólo las variedades mejoradas poseen pedigree, es decir, tienen el registro de sus ancestros.
- Deben tener un mayor rango de adaptación regional.

- Su rendimiento debe ser superior y más estable que el de las variedades tradicionales criollas y mejoradas en uso.
- Al igual que las variedades criollas y mejoradas de uso comercial, las variedades mejoradas nuevas deben responder a las exigencias del consumidor en cuanto a características del grano (forma, tamaño, color, tiempo de cocción y caracteres organolépticos).
- Su respuesta al ser manejadas con una tecnología adecuada de producción, debe ser superior a la respuesta de las variedades criollas o mejoradas de uso comercial.
- Se deben adaptar al manejo agronómico que el agricultor practique, según su sistema de cultivo.
- Deben responder mejor que las variedades locales a los ataques de plagas y enfermedades, y a factores ambientales adversos.
- Para las variedades mejoradas existen una serie de descriptores varietales que permiten identificar y conservar su pureza genética.
- Sólo las variedades mejoradas pueden ser incluidas en un programa oficial de certificación de semilla.

## **El éxito de la DOR 364 como nueva variedad mejorada**

La variedad DOR 364 es un resultado exitoso del mejoramiento genético por hibridación, que involucra padres tolerantes al mosaico dorado, de alto potencial de rendimiento y de diferente origen genético, porque además de germoplasma mesoamericano un progenitor es andino. Es una de las primeras variedades con grano de color rojo que muestra resistencia al mosaico dorado, amplia adaptabilidad y potencial de rendimiento similar o superior al de las mejores variedades de grano negro en Centro América (Orozco *et al.*, 1989b).



El tono de rojo de la testa de las semillas de la DOR 364, no corresponde al preferido tradicionalmente a nivel comercial en El Salvador, Honduras y Costa Rica, pero su tolerancia alta al mosaico dorado e intermedia a *Apion godmani*, permitió demostrar que de nuevo se podía sembrar frijol con buena rentabilidad en varias zonas frijoleras que tenían estos dos problemas. Esto motivó la adopción casi inmediata de dicha variedad por parte de los agricultores de El Salvador y Honduras, lo que indica que el tono del color del grano se puede tomar como un factor de interés secundario, cuando la solución genética es efectiva para problemas que limitan drásticamente la productividad.

Además la variedad DOR-364 posee tolerancia intermedia a la mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) (Frank) Don, y a la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) (Sacc. y Mag.) Scrib y se ha comportado aceptablemente tanto en sistemas mixtos de producción como en monocultivo a nivel de finca (Orozco *et al.*, 1989a).

## Resumen de la Secuencia

Las variedades nativas de nuestras regiones se adaptan bien a condiciones edáficas y climáticas específicas, así como a determinados sistemas de manejo. El mejoramiento genético empírico que se aplicó

a estos materiales fue exitoso para las condiciones en las que se desarrolló. Sin embargo, al sembrar estos materiales con un manejo diferente y en sitios distintos al de su origen, pueden mostrar baja adaptabilidad, susceptibilidad a otras razas de patógenos y reducida respuesta a la adición de fertilizantes.

Las variedades mejoradas son el resultado de una mejor comprensión y aplicación de los principios de la genética, del conocimiento de las enfermedades y plagas y su epidemiología, así como de los factores que afectan la adaptación de las plantas.

El desarrollo y uso de nuevas variedades de frijol, mejoradas en sus caracteres morfológicos y fisiológicos, de rendimiento y de resistencia/tolerancia a factores ambientales adversos al cultivo, ha permitido en algunas localidades de la región, el incremento y estabilización del rendimiento, lo mismo que la incorporación de nuevas áreas a la producción de frijol.

En esta parte de la Unidad se hicieron consideraciones básicas que permiten diferenciar las variedades mejoradas de las no mejoradas. Además se presentan resultados exitosos del mejoramiento genético por hibridación, como es el caso de la nueva variedad DOR-364.



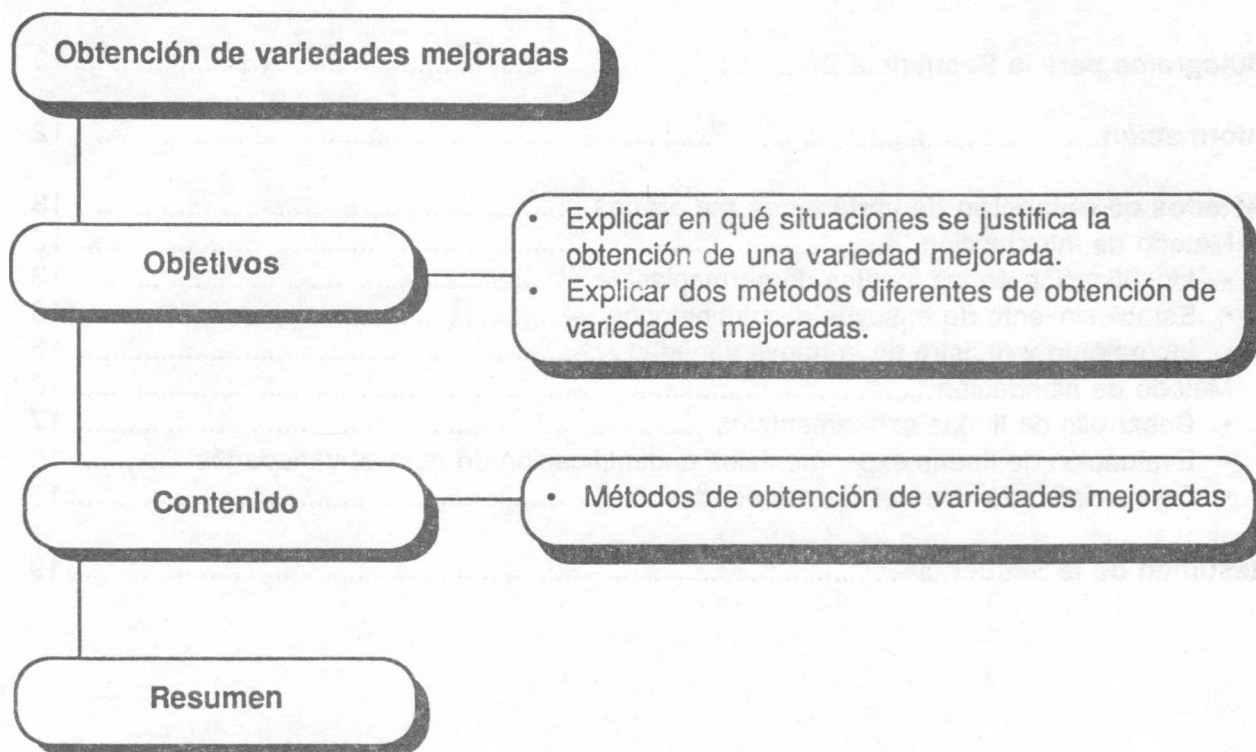
## Secuencia 2. Obtención de variedades mejoradas

### Página

Flujograma para la Secuencia 2 .....	12
Información .....	12
<b>Métodos de obtención de variedades mejoradas .....</b>	<b>13</b>
• Método de introducción .....	13
• Identificación de las fuentes de germoplasma .....	13
• Establecimiento de ensayos discriminatorios .....	16
• Incremento y registro de la nueva variedad .....	16
• Método de hibridación .....	16
• Desarrollo de líneas experimentales .....	17
• Evaluación de líneas experimentales e identificación de nuevas variedades .....	18
• Comercialización de nuevas variedades .....	19
<b>Resumen de la Secuencia .....</b>	<b>19</b>



## Flujograma para la Secuencia 2



### Información

El rendimiento actual de frijol se puede incrementar mediante:

1. Un mejor manejo agronómico de las variedades comerciales.
2. La obtención de nuevas variedades mejoradas con características que permitan resolver los factores que limitan la producción.
3. Una combinación de estas dos opciones . Esta tercera opción constituye la estrategia más apropiada, puesto que la primera por su mayor costo está más allá de las posibilidades de la mayoría de los agricultores en los países en desarrollo, mientras que la solución genética es más barata y duradera, pese a que toma más tiempo. (CIAT, 1985).

Los objetivos que se persiguen con la obtención de variedades mejoradas dependen de las necesidades de los productores de la región; en términos generales los objetivos que con mayor frecuencia se buscan son: mayor rendimiento, resistencia y/o tolerancia a las enfermedades (mosaico dorado, mustia hilachosa, antracnosis y añublo bacterial común), adaptación a condiciones climáticas y edáficas adversas (sequías, suelos con alto contenido de aluminio y fijación de fósforo), tolerancia y/o resistencia a determinadas plagas (picudo de la vaina, gorgojos del grano, diabrotica, empoasca), madurez uniforme y vainas que resistan el desgrane.

El fitomejorador, con base en diversos criterios, selecciona el método de mejoramiento más apropiado para el mejoramiento genético de la actual variedad comercial, o para la obtención de una nueva variedad. Dentro de estos criterios están la

variabilidad genética disponible en frijol, la infraestructura y personal especializado en mejoramiento genético y el conocimiento del área geográfica (los suelos, variabilidad de las razas de patógenos, y otros cultivos de la zona que favorezcan la presencia de vectores de enfermedades que afectan al frijol o que sean hospedantes de patógenos, etc.).

## **Métodos de obtención de variedades mejoradas**

Hay dos métodos para el mejoramiento genético del frijol que han sido utilizados en los programas nacionales de los países productores de esta leguminosa: introducción e hibridación.

Los métodos de mejoramiento difieren en su procedimiento inicial, pero concluyen en la selección final de cultivares genéticamente superiores con buenas características agronómicas.

En el Cuadro 1 se presentan algunas de las variedades mejoradas de frijol liberadas en América Central.

### **Método de introducción**

El concepto de introducción tiene dos significados. Puede transportarse semilla de frijol de una zona productora a otra dentro del mismo país, o puede transportarse semilla de un país a otro.

Las introducciones pueden utilizarse para la obtención de nuevas variedades en tres formas:

- Siembra directa de la variedad introducida sin hacer selección.
- Siembra de la variedad introducida y selección de las plantas que presenten las características deseables.
- Utilización de los materiales introducidos como progenitores en los trabajos de hibridación (Phoehlman, 1983).

El mejoramiento por introducción no es otra cosa que la importación de variedades o líneas de frijol. Es un método de mejoramiento que puede rendir los mismos beneficios que se pueden obtener con el método de mejoramiento por hibridación (Brauer, 1973; Voysest, 1985). Este método requiere poca inversión en dinero, e infraestructura y personal especializado y puede dar variedades mejoradas en períodos cortos (4-6 años).

Los pasos más importantes del método de introducción se observan en la Figura 1, que muestra el flujo que sigue el material introducido hasta transformarse en variedad. Básicamente son tres pasos (Voysest, 1985):

- Identificación de las fuentes de germoplasma.
- Establecimiento de ensayos discriminatorios con selección o sin ella.
- Incremento y registro de la nueva variedad.

### **Identificación de las fuentes de germoplasma**

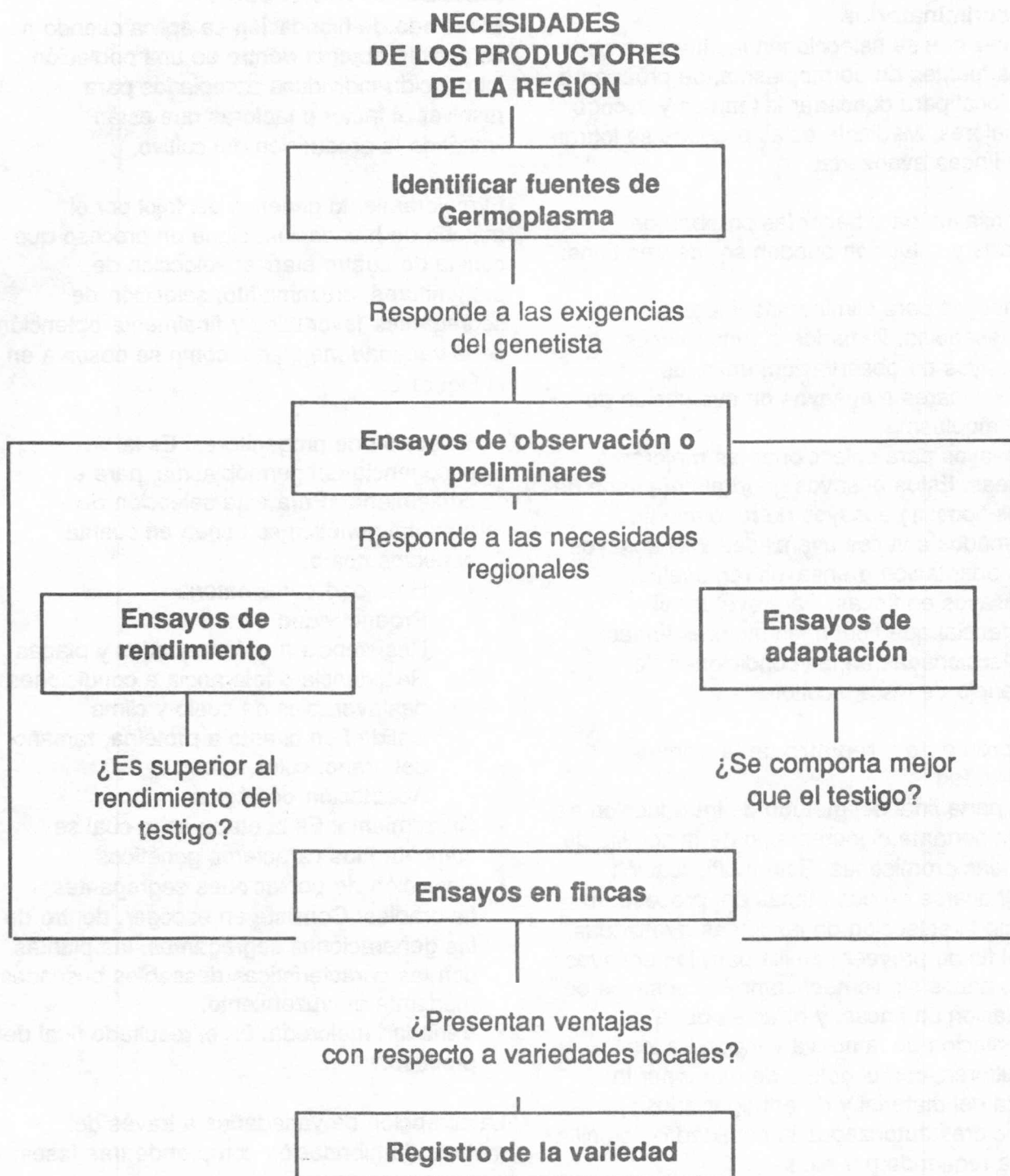
Un fitomejorador debe identificar las fuentes de germoplasma existentes y seleccionar e introducir los materiales que respondan a sus objetivos de mejoramiento, y que en términos generales, se ajusten a las condiciones de mercado y las exigencias del agricultor.

Las fuentes más comunes de líneas avanzadas o variedades para los programas de mejoramiento son los bancos de germoplasma, los viveros nacionales e internacionales (Ej: Ensayo Centroamericano de Adaptación y Rendimiento ECAR o el Ensayo Internacional de Frijol de Adaptación y Rendimiento IBYAN), Vivero de Adaptación Centroamericano VIDAC, las líneas obtenidas por hibridación (Ej. programas de mejoramiento genético del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas de Guatemala (ICTA) y los materiales criollos o nativos.

**Cuadro 1. Variedades mejoradas de frijol liberadas en América Central, producto de la red de cooperación CIAT-Programas nacionales (ver Anexos 1 al 6)**

País	Identificación		Color de de semilla	Origen	Método de de obtención
	Comercial	Original			
Guatemala	ICTA Quetzal	DOR 41	Negro	ICTA-CIAT	Hibridación
	ICTA Jutiapan	DOR 42	Negro	ICTA-CIAT	Hibridación
	ICTA Tamazulapa	DOR 44	Negro	ICTA-CIAT	Hibridación
	ICTA Ostúa		Negro	ICTA-CIAT	Hibridación
	DORICTA	DOR 364	Rojo	CIAT	Introducción
El Salvador	CENTA Jiboa	RAB - 204	Rojo	CIAT	Introducción
	CENTA Cuzcatleco	DOR - 364	Rojo	CIAT	Introducción
Honduras	Araoli - 85	RAB - 39	Rojo	CIAT	Introducción
	Acacias 4	RAB - 50	Rojo	SRN-CIAT	Introducción
	Catrachita	RAB - 204	Rojo	CIAT	Introducción
	Dorado	DICTA - 057	Rojo	CIAT	Introducción
	Oriente		Rojo	SRN-CIAT	Introducción
	Dorado	DOR 364	Rojo	CIAT	Introducción
Nicaragua	Revolución 79	BAT 41	Rojo	CIAT	Introducción
	Revolución 79A	BAT 789	Rojo	CIAT	Introducción
	Revolución 81	A 40	Rojo	CIAT	Introducción
	Revolución 83	BAT 1215	Rojo	CIAT	Introducción
	Revolución 83A	BAT 1217	Rojo	CIAT	Introducción
	Revolución 84	BAT 1514	Rojo	CIAT	Introducción
	Revolución 84A	FB 8383	Rojo	CIAT	Introducción
	Dorado	DOR 364	Rojo	CIAT	Introducción
Costa Rica	Brunca	BAT 304	Negro	CIAT	Introducción
	Negro Huasteco	DOR 60	Negro	ICTA-CIAT	Introducción
	Chorotega	RAO 2	Rojo	Costa Rica-CIAT	Hibridación
	Huetar	RAO 29	Rojo	Costa Rica-CIAT	Hibridación
	México 80 R	Honduras 3	Rojo	INIA	Introducción
	Talamanca	ICA COL 10103	Negro	ICA-Colombia	Introducción
México	Negro	DOR 60	Negro	ICTA-CIAT	Introducción





**Figura 1. Diagrama del método de mejoramiento genético po: Introduccón. (Voysest, 1985)**

### **Establecimiento de ensayos discriminatorios**

Una vez que se seleccionan las líneas a partir de las fuentes de germoplasma, se prueban a nivel local para descartar las malas y escoger las mejores. Mediante estas pruebas se logran tener líneas avanzadas.

Los ensayos para hacer las pruebas de descarte y selección pueden ser de tres tipos:

- Ensayos para eliminar las líneas indeseables, llamados algunas veces ensayos de observación, ensayos preliminares o ensayos de evaluación de germoplasma.
- Ensayos para seleccionar las mejores líneas. Estos ensayos generalmente son de dos tipos: 1) ensayos de rendimiento, llamados a veces avanzados y 2) ensayos de adaptación o ensayos regionales.
- Ensayos en fincas: Para evaluar el potencial que tienen las mejores líneas seleccionadas en las condiciones de manejo de los agricultores.

### **Incremento y registro de la nueva variedad**

En la parte final del método de introducción es muy importante el incremento de la semilla de las líneas promisorias. Esta multiplicación debe hacerse en dos etapas del proceso: a) durante la selección de las líneas avanzadas, con el fin de proveer semilla para los ensayos en los pasos siguientes, como los ensayos de adaptación en fincas, y b) antes de la presentación de la nueva variedad a los agricultores, con el objeto de mantener la pureza del material y de entregar a los productores autorizados la cantidad de semilla básica requerida por ellos.

Una vez que los procesos de evaluación permiten seleccionar una nueva variedad para su liberación, ésta se identifica con un nombre y se llevan a cabo los trámites del registro oficial ante la entidad encargada.

### **Método de hibridación**

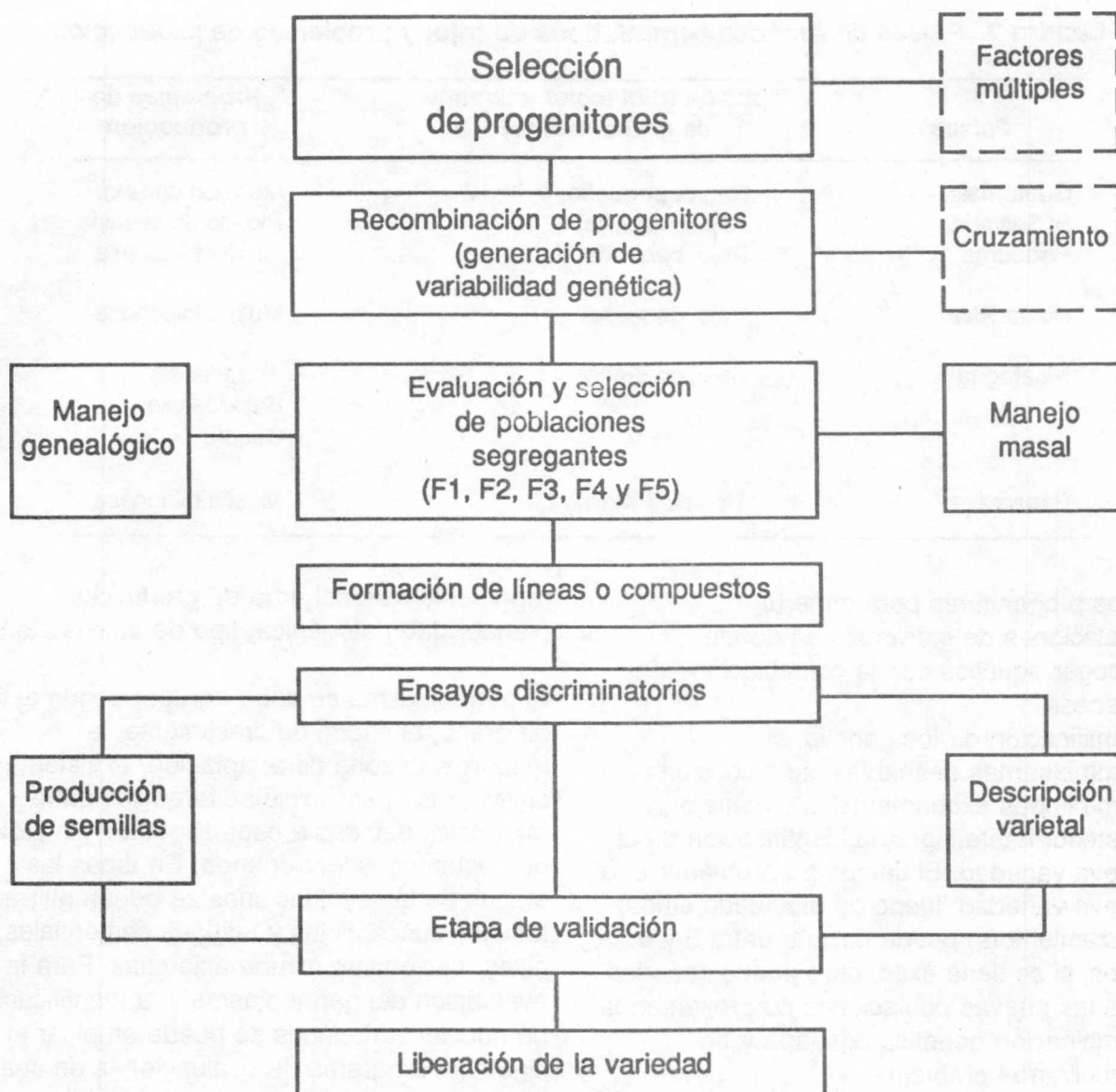
El método de hibridación se aplica cuando no es posible obtener dentro de una población introducida individuos apropiados para resolver el factor o factores que están limitando la producción del cultivo.

El mejoramiento genético del frijol por el método de hibridación, sigue un proceso que consta de cuatro etapas: selección de progenitores, cruzamiento, selección de segregantes favorables y finalmente obtención de la variedad mejorada, como se observa en la Figura 2.

- Selección de progenitores: Es la escogencia del germoplasma, para el cruzamiento. Para esta selección del material genético se tienen en cuenta aspectos como:
  - Habilidad combinatoria
  - Productividad
  - Resistencia a enfermedades y plagas
  - Resistencia o tolerancia a condiciones desfavorables de suelo y clima
  - Calidad en cuanto a proteína, tamaño del grano, color, sabor.
  - Adaptación ecológica
- Cruzamiento: Es la etapa en la cual se combinan los caracteres genéticos.
- Selección de poblaciones segregantes favorables: Consiste en escoger, dentro de las generaciones segregantes, las plantas con las características deseables buscadas mediante el cruzamiento.
- Variedad mejorada: Es el resultado final del proceso.

La obtención de variedades a través del método de hibridación comprende tres fases:

- El desarrollo de líneas experimentales.
- La evaluación de líneas experimentales y la identificación de nuevas variedades.
- La comercialización de las nuevas variedades.



**Figura 2. Método de mejoramiento genético por hibridación**

#### **Desarrollo de líneas experimentales**

Para el desarrollo de líneas experimentales se deben considerar los siguientes puntos:

- Identificación de los defectos de las variedades comerciales; esto ayuda a la determinación de los objetivos y las prioridades del mejoramiento con base en las necesidades de los agricultores de la región. En el Cuadro 2 se presentan los principales problemas de producción de frijol en América Central.
- Búsqueda, evaluación e identificación de líneas de frijol con una o varias de las características que se desean (genes deseables), pero que no reúnen las condiciones agronómicas para uso comercial. Se les denomina también padres donantes.
- Recombinación de los genes deseables de los padres donantes, o con los de las variedades comerciales. Esto es lo que se denomina creación de variabilidad genética deseable, y se logra con el cruzamiento de

**Cuadro 2. Países de América central, tipos de frijol y problemas de producción**

Países	Tipos de frijol (color y tamaño de grano, hábito)	Problemas de producción
Guatemala	Negro, pequeño, II, III, IV	Mosaico dorado
El Salvador	Rojo, pequeño, II, III	Picudo de la vaina
Honduras	Rojo, pequeño, II, III	Mustia hilachosa
Costa Rica	Rojo, pequeño	Mustia hilachosa
Nicaragua	Rojo, pequeño	Antracnosis Bajo fósforo Sequía
Panamá	Tipo Red Kidney I	Mustia hilachosa

esos progenitores para generar poblaciones de individuos en donde escoger aquéllos con la combinación buscada.

- Identificación de los genotipos recombinantes deseables, su selección como líneas experimentales y manejo posterior hasta lograr la identificación de la nueva variedad. El tiempo para obtener una nueva variedad, luego de efectuado el(los) cruzamiento(s) puede fluctuar entre 5 y 8 años, si se tiene éxito, pero puede suceder que las nuevas poblaciones no presenten la combinación genética deseada y no resuelvan el problema.

#### **Evaluación de líneas experimentales e identificación de nuevas variedades**

Es tradicional realizar evaluaciones de germoplasma en tres o más etapas secuenciales. Esta evaluación no debe tener una duración superior a tres años en zonas que permitan dos épocas de siembra en condiciones climáticas normales. Todo el germoplasma disponible, incluyendo las líneas experimentales mejoradas, las accesiones promisorias de los bancos de germoplasma y las introducciones recibidas de otras instituciones, deben evaluarse juntas, salvo en los casos en los que ya exista información al respecto. Los sitios de evaluación deben ser contrastantes en cuanto a factores climáticos y

representativos del área de producción (variabilidad patogénica, tipo de suelos etc.)

El germoplasma se debe agrupar según el tipo de grano, el hábito de crecimiento, la madurez, la zona de adaptación, el sistema de cultivo, etc., para excluir diferencias entre materiales debidas a esos aspectos y no a los que estamos seleccionando. En todas las etapas de las evaluaciones se deben utilizar testigos susceptibles y testigos comerciales, élites, nacionales o internacionales. Para la evaluación del germoplasma y la identificación de nuevas variedades se puede emplear el siguiente programa de evaluaciones de cuatro etapas:

- Vivero de adaptación: el vivero de adaptación se caracteriza por un alto número de entradas (promedio 50), cada una de las cuales se siembra en una parcela con un tamaño que varía según el problema por evaluar y los recursos disponibles. Generalmente se utiliza una hilera de 2 m de longitud por entrada y sin repeticiones.

Al inicio del vivero y cada diez hileras se siembra un testigo. El vivero se siembra en tres o más sitios claves para su evaluación por adaptación.



Todos los datos disponibles se utilizan para descartar los materiales que presenten un mal comportamiento y para seleccionar las entradas promisorias que pasarán al ensayo preliminar de rendimiento.

- **Ensayo preliminar de rendimiento:** este es el primer ensayo de rendimiento de materiales seleccionados a partir del vivero de adaptación, que tiene repeticiones. Las entradas seleccionadas se pueden organizar en un ensayo uniforme. Generalmente cada parcela tiene cuatro hileras de 5 m de longitud y con cuatro repeticiones. El ensayo se realiza en todos los sitios donde se sembró el vivero de adaptación. Además se debe realizar en otros sitios (un total de 10 o más) que cubran la totalidad de la región productora. Con base en los datos obtenidos, todas las entradas inferiores a los testigos se descartan y sólo se seleccionan las más promisorias para la etapa final de evaluación: la prueba regional de rendimiento.
- **Prueba regional de rendimiento:** en esta etapa final de evaluación se ensayan de 8 a 12 líneas de las más promisorias en el máximo número de localidades (como mínimo 25 localidades), la gran mayoría en campos de agricultores. Se debe emplear un diseño experimental apropiado. El tamaño de la parcela es de cuatro a ocho hileras entre 4 y 10 m de longitud cada una, con cuatro repeticiones.
- **Prueba de validación:** las mejores cuatro o cinco entradas seleccionadas con base en la información de las etapas anteriores, se siembran en parcelas semicomerciales (de aproximadamente 500 m<sup>2</sup>) manejadas por agricultores en el mayor número de sitios que sea posible.

Es necesario multiplicar simultáneamente semillas de todas las entradas en cada etapa de evaluación en la estación experimental. Además se debe hacer

participar a las organizaciones comerciales privadas de semillas y/o agricultores, cuando exista producción artesanal de semilla, en la labor de multiplicación de líneas promisorias. Esto permite la disponibilidad de una cantidad adecuada de semilla para la etapa posterior de evaluación y la diseminación rápida de nuevos cultivares, después de haber terminado la evaluación.

#### **Comercialización de nuevas variedades**

Las variedades recién identificadas se deben registrar (si así lo requiere la ley), documentar, multiplicar y distribuir tan pronto como sea posible. Es crucial una verdadera superioridad de las nuevas variedades sobre las variedades comerciales y la máxima participación de los agricultores durante el proceso de validación de los materiales en las fincas. La ganancia genética de las nuevas variedades puede ofrecer ventajas en el rendimiento y calidad del grano, reducir los costos de los insumos, el ciclo de cultivo y/o ajustarse mejor en los sistemas de cultivo para una difusión rápida de las nuevas variedades. Se deben imprimir boletines o panfletos especiales y, con frecuencia, se utilizan técnicas modernas de comunicación (TV, radio, días de campo),.

### **Resumen de la Secuencia**

Se reconocen tres formas de aumentar el rendimiento actual del cultivo:

- Con un mejor manejo agronómico.
- Por mejoramiento genético para caracteres específicos.
- La combinación de los dos anteriores.

La tercera opción constituye la estrategia más apropiada puesto que la primera por ser más costosa está más allá de las posibilidades de la mayoría de los agricultores de los países en desarrollo; la segunda es más rentable y duradera pese a que consume más tiempo,

pero por sí sola no es suficiente y requiere un manejo agronómico específico.

La obtención de variedades mejoradas se justifica cuando las actuales variedades mejoradas o las nativas no responden a una nueva necesidad agronómica (siembra en áreas con condiciones edafoclimáticas adversas; temperaturas elevadas, suelos ácidos, etc.) son susceptibles a un nuevo agente patógeno, o a una nueva raza de éste y/o se requiere aumentar el rendimiento en grano.

La selección de un método de mejoramiento genético para obtener una variedad mejorada depende de: la variabilidad genética disponible tanto a nivel local como internacional; infraestructura y personal especializado en mejoramiento genético; conocimiento de las condiciones edafoclimáticas de las zonas frijoleras; así como de la presencia de plagas, variabilidad patogénica imperante, malezas y/o cultivos que favorezcan la presencia de vectores u hospedantes de agentes patógenos.

Los dos métodos de obtención de variedades mejoradas son: introducción e hibridación. El primer método se basa en la variabilidad genética existente, y el segundo en una nueva variabilidad genética resultante de cruzar dos o más líneas.

El método de introducción, requiere la menor inversión en dinero, infraestructura y personal especializado, y puede dar como resultado variedades mejoradas en períodos cortos.

El método de hibridación se aplica cuando no es posible obtener dentro de una población introducida, individuos apropiados para resolver el nuevo problema agronómico.

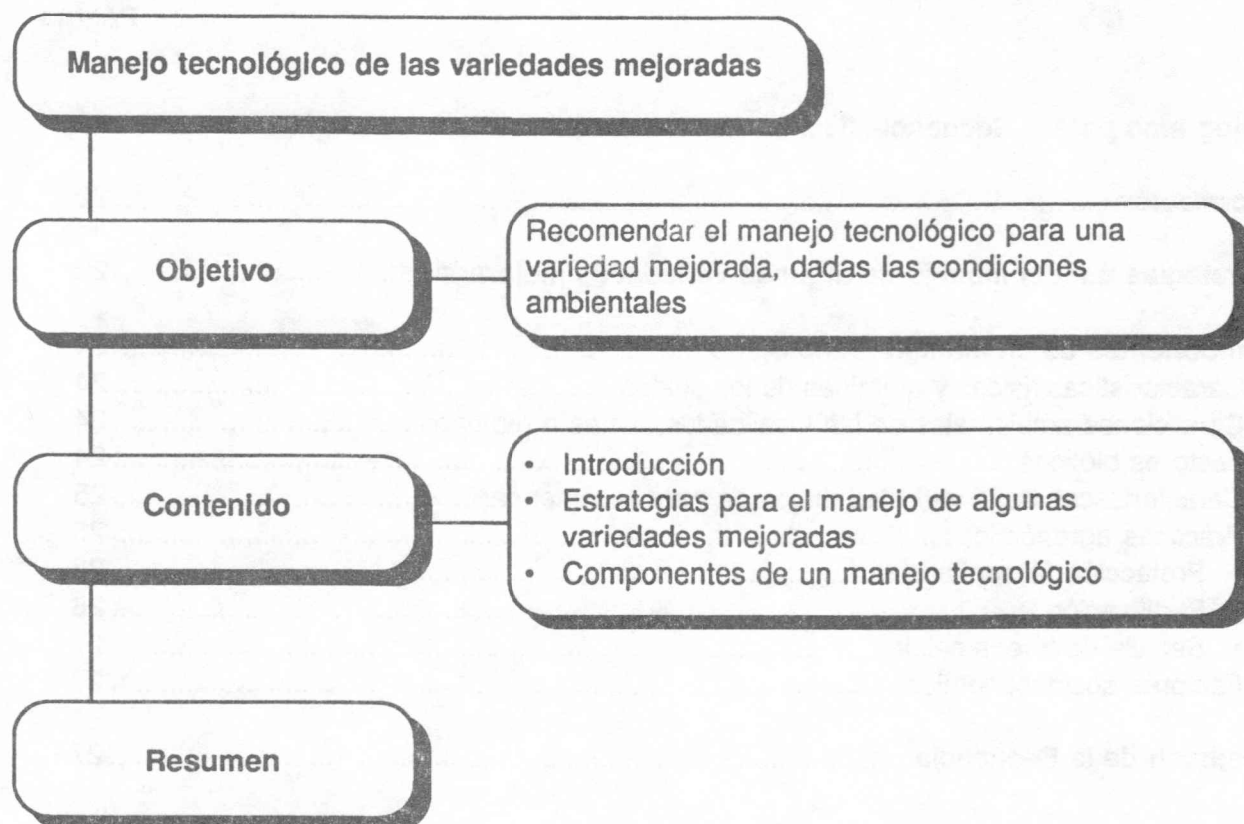
En América Central y el Caribe existen ejemplos exitosos del impacto de variedades mejoradas. El DOR 364 conocido como CENTA CUZCATLECO, en El Salvador, DORADO en Honduras y DORICTA en Guatemala; es un material de grano de color rojo, resistente al mosaico dorado, con resistencia intermedia a la mustia hilachosa y a la antracnosis y de buena productividad, que recientemente fue liberado. Se obtuvo por el método de hibridación en Guatemala (ICTA - CIAT) y luego se introdujo a los otros países donde se ha liberado.

La variedad Talamanca, que se obtuvo por el método de introducción en Costa Rica, permitió la siembra de frijol tecnificado. En sólo un período de 10 años el frijol tecnificado pasó a contribuir con un 30% a la producción nacional de este país. Las principales ventajas de esta variedad son su hábito arbustivo y su resistencia a mustia hilachosa.

## Secuencia 3. Manejo tecnológico de las variedades mejoradas

	Página
<b>Flujograma para la Secuencia 3 .....</b>	<b>22</b>
<b>Información .....</b>	<b>22</b>
<b>Estrategias para el manejo de algunas variedades mejoradas .....</b>	<b>23</b>
<b>Componentes de un manejo tecnológico .....</b>	<b>24</b>
• Características físicas y químicas de los suelos .....	24
• Condiciones ambientales de las localidades, zonas o regiones .....	24
• Factores bióticos .....	24
• Características de la variedad mejorada para recomendar .....	25
• Prácticas agronómicas .....	25
• Protección fitosanitaria .....	25
• Fertilización .....	26
• Semilla de buena calidad .....	27
• Factores socioeconómicos .....	27
<b>Resumen de la Secuencia .....</b>	<b>27</b>

## Flujograma para la Secuencia 3



### Información

El agente de extensión agrícola debe conocer en detalle las características de la variedad mejorada de frijol, que puede recomendar para su región. La principal característica es la relacionada con el propósito para el cual se obtuvo la variedad, como por ejemplo:

- Necesidad de tolerancia a un agente patógeno o una plaga
- Tolerancia a suelos ácidos y bajos en contenido de fósforo
- Mayor potencial de producción de grano
- Arquitectura erecta
- Precocidad
- Otros

El manejo agronómico es importante para maximizar el rendimiento de cualquier variedad, sea mejorada o criolla. Sin embargo, algunos de los insumos que forman parte del manejo agronómico son una parte importante de los costos de producción y no están al alcance de muchos agricultores pequeños que cultivan el frijol.

La aplicación excesiva de agroquímicos, además de aumentar los costos, ha dado lugar a muchas controversias sobre el balance entre los aspectos positivos y negativos que conlleva y a los serios problemas ecológicos que produce, entre ellos, la eliminación de enemigos naturales de las plagas, la mayor resistencia que induce en los patógenos y plagas, lo que a su vez implica intensificar más



el uso de agroquímicos para poder combatirlos. Si se considera necesaria la eliminación total de las malezas se exponen los suelos a la erosión, cuando ya hay evidencias, en particular en los trópicos, de que la presencia de ciertas hierbas pueden brindar más productividad al cultivo. Todo lo anterior sin entrar a discutir los efectos de la contaminación ambiental.

## **Estrategias para el manejo de algunas variedades mejoradas**

La estrategia actual de los programas de mejoramiento del CIAT en los países de América Central y del Caribe, es crear variedades que toleren o resistan condiciones adversas, con rendimientos rentables sin altos insumos adicionales. Por tanto, de acuerdo con las características específicas de cada variedad, y las condiciones ambientales del lugar, los insumos pueden ser reducidos o eliminados.

Por ejemplo, la línea DOR-364 fue desarrollada en Guatemala para lograr resistencia al virus del mosaico dorado, y actualmente se está adaptando en diversas regiones de Centroamérica. En algunas de estas regiones hay una alta incidencia e intensidad de mosaico dorado, y en otras no. En zonas de baja a mediana intensidad del virus, no sería necesario la utilización de insecticidas para proteger el DOR-364 contra la mosca blanca, vector del virus del mosaico dorado. En condiciones de alta presión del vector, puede ser necesario el uso de alguna protección química, pero en cantidad muy reducida en comparación con la que es necesaria para una variedad susceptible.

Respecto a la DOR-364 hay que considerar su susceptibilidad a suelos con alto contenido de aluminio o bajo fósforo. Para variedades tolerantes a bajo fósforo, la adición de este nutrimento dependerá de los resultados del análisis químico de suelo, pero se podrá prescindir de ella o será menor que para las variedades comunes.

La variedad Talamanca posee una gran adaptabilidad a las diferentes zonas frijoleras (desde o hasta 1000 m.s.n.m). Su principal ventaja es el grado de resistencia a la mustia hilachosa. Es una variedad de hábito II, erecta, que permite su siembra mediante el sistema mecanizado, pero también se la ha sembrado con éxito con los sistemas a esquepe (chuzo) y tapado. Su principal defecto es su alta susceptibilidad a la antracnosis. El hongo que causa esta enfermedad se transmite por semilla y puede sobrevivir en el terreno por muchos años, lo que agrava el problema, ya que muchos agricultores usan para su siembra su propia semilla o la del vecino, y luego de varios años compran nueva semilla certificada.

Cuando se emplea la variedad Talamanca se debe asegurar el uso de semilla certificada y sembrarla en zonas de poca o baja incidencia de antracnosis. Por ser menos eficiente en la extracción de nitrógeno, fósforo y calcio, en comparación con Brunca y BAT 76, cuando se siembra en terrenos de baja fertilidad requieren una mayor inversión de fertilizantes (MAG, 1989). El combate de mustia hilachosa debe hacerse de manera integrada e incluir la adición de fungicidas y/o la siembra con cero labranza.

La línea BAT 76 posee resistencia a la antracnosis y tolera suelos con bajo fósforo. Cuando se adiciona fósforo la mayor producción se obtiene con la mitad de la dosis con la que Talamanca, Negro Huasteco y Brunca dan el mayor rendimiento (MAG, 1989). Posee una amplia adaptación, pero es de resistencia intermedia a la mustia hilachosa y con alta presión de este hongo puede sufrir fuertes reducciones en su rendimiento. Por su tipo de arquitectura la BAT 76 se puede mecanizar.

Esta línea sembrada comercialmente en zonas con temperaturas inferiores a 20°C y en suelos con baja disponibilidad de fósforo, asegura una mayor producción, debido a su resistencia a la antracnosis, menor uso de fungicidas y

una menor inversión en adición de fósforo. El combate de *Phytophthora phaseoli* o *Ascochita* se hará sólo si se presentan algunos síntomas iniciales de estas enfermedades.

La variedad Huetar es precoz (70 días a la madurez fisiológica), arquitectura erecta, y alta productividad (similar a la de una variedad negra como Talamanca) pero en ambientes favorables. En Costa Rica se ha destacado en las siembras en asociación con cafeto en los cafetales tecnificados del Valle Central (1000 m.s.n.m.) y en asociación con maíz, en siembra simultánea (sin que afecte el rendimiento del cafeto ni del maíz) (Araya *et al.*, 1989, Kopper *et al.*, 1986). En suelos con alta saturación de aluminio ha mostrado una reducción en la producción de grano hasta de un 200% en relación con la BAT 76 (MAG, 1989). Su tolerancia a la mustia hilachosa es baja.

El manejo tecnológico de una variedad mejorada pretende obtener los máximos rendimientos con un costo de producción menor que el requerido por una variedad no mejorada. En caso de no poder reducir los costos, la variedad mejorada debe producir más y así aumentar la rentabilidad.

## Componentes de un manejo tecnológico

Se considera que para dar a la variedad mejorada un manejo tecnológico apropiado, éste debe desglosarse en componentes principales que en su conjunto contribuyan a que la variedad mejorada pueda expresar todo su potencial productivo.

Debemos recordar que el nivel de producción de un cultivo no puede ser mayor que el que le permita el factor que más lo limite.

La producción esperada de un cultivo de frijol depende de los siguientes factores:

- Características físicas y químicas de los suelos.
- Condiciones ambientales de las localidades, zonas o regiones.
- Factores bióticos.
- Características de la variedad mejorada para recomendar.
- Prácticas agronómicas.
- Factores socioeconómicos.

## Características físicas y químicas de los suelos

No todos los suelos tienen la misma cantidad de espacios porosos, por lo tanto, no tienen la misma densidad aparente. Esta medida es muy importante al momento de determinar la cantidad de nutrimentos que tiene una hectárea de suelo en su capa arable, antes de hacer la recomendación para uso de fertilizantes.

Los bajos rendimientos del frijol en América Latina se deben, entre otras causas, a que en la mayoría de los casos el frijol se siembra en suelos de condiciones adversas, o más específicamente en suelos ácidos con problemas edáficos, de bajo fósforo y alto contenido de aluminio. El 66% de la zona frijolera de América Central es deficiente en fósforo. Vemos entonces cómo el fósforo es un factor que limita la producción de frijol.

La recomendación sobre el uso de cal y fertilizantes deben basarse en los resultados de un análisis físico y químico de suelos.

## Condiciones ambientales de las localidades, zonas o regiones

- Lluvia y su distribución
- Temperatura
- Humedad relativa

## Factores bióticos

- Enfermedades y plagas prevalecientes
- Cultivos hospedantes de patógenos y/o vectores

## **Características de la variedad mejorada para recomendar**

- Potencial de rendimiento
- Hábito de crecimiento
- Días a la floración
- Días a la maduración fisiológica
- Respuesta al ataque de plagas y enfermedades
- Amplia adaptabilidad y estabilidad
- Respuesta a diferentes condiciones ambientales:
  - Tolerancia a suelos ácidos
  - Tolerancia al bajo fósforo
  - Tolerancia a la sequía
  - Tolerancia a altas temperaturas
  - Adaptación a sistemas de cultivo
  - Valor comercial del grano

## **Prácticas agronómicas**

- Manejo del suelo y fertilización
  - Labranza mínima
  - Laboreo intensivo
- Época de siembra
- Fertilización
- Semilla de buena calidad
  - Certificada
  - Artesanal
- Sistemas de producción
  - Monocultivo
  - Asociaciones
  - Relevo
  - Otros
- Deshierbas o control químico de malezas
- Control de plagas y enfermedades
- Cosecha y beneficio

Las prácticas agronómicas, en general, son muy específicas para cada localidad. El instructor deberá conocer muy bien las características de cada zona donde se llevan a cabo los cursos de capacitación. Sin embargo, dentro de las prácticas agronómicas hay tres, cuyos conceptos son más amplios y merecen unas líneas adicionales: protección fitosanitaria, fertilización y producción de semilla de buena calidad.

## **Protección fitosanitaria Enfermedades**

En muchas zonas frijoleras del mundo, las enfermedades son los factores más importantes responsables de los rendimientos bajos del cultivo. Se han indicado varios cientos de agentes que causan las enfermedades del frijol; sin embargo, no todos tienen una distribución geográfica, prevalencia o importancia económica iguales.

Es importante recordar, aunque parezca obvio, que para que una enfermedad ocurra y se desarrolle, son necesarios tres factores: a) un hospedante o una variedad susceptible; b) la presencia del agente patógeno; c) las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad. Así mismo se debe recordar que las enfermedades interfieren la fabricación, traslocación y utilización de fotosintatos, de nutrimentos minerales y de agua y como resultado reducen la productividad del frijol.

Las enfermedades más importantes del frijol son causadas por hongos, bacterias y virus; los nemátodos, por su distribución y movimiento restringido, tienen menos importancia como agentes causantes de enfermedades del frijol. Algunos agentes patógenos del frijol tienen amplia distribución geográfica; en cambio otros están restringidos a zonas muy específicas. Algunos de estos agentes patógenos de amplia distribución son más importantes en áreas donde las condiciones ambientales favorecen su supervivencia, multiplicación y diseminación.

Es posible, pues, generalizar que algunos de los agentes patógenos del frijol están más asociados con un tipo de clima. En climas cálidos es más común observar el mosaico común, el mosaico dorado, la bacteriosis o añublo bacterial común, la mustia, la roya y las pudriciones radicales y del tallo asociadas con



*Sclerotium rolfsii* y *Macrophomina phaseolina*. En climas fríos aparecen como problemas la antracnosis, *Ascochyta*, *Phytophthora*, el moho blanco y las pudriciones radicales asociadas con *Rhizoctonia*. La mancha angular es más común en los climas moderados. Sin embargo, es posible encontrar en una misma zona y en un mismo campo y aún en la misma variedad, ataques de añublo común, añublo de halo, antracnosis, roya y mancha angular.

Una variedad que ha sido mejorada en su resistencia a una enfermedad importante en una zona de producción, aún puede requerir una protección fitosanitaria para otras enfermedades. Como ejemplo podemos citar la variedad Talamanca de Costa Rica, que tiene alto grado de resistencia a la mustia hilachosa pero es muy susceptible a la antracnosis. El caso contrario es la línea BAT 76, resistente a la antracnosis, pero de resistencia intermedia a la mustia hilachosa.

### **Plagas**

Frecuentemente la importancia que alcanza una plaga en un cultivo, es el resultado de las actividades agrícolas o industriales del hombre, mediante las cuales transportan plagas a regiones antes no infestadas, introduce a su medio nuevas plantas y animales exóticos y como consecuencia se producen variedades o razas de organismos y se afectan los ecosistemas.

Los plaguicidas deben considerarse como componentes importantes para el control de plagas, pero aplicados en el momento preciso y cuando no sean posibles las otras alternativas de control.

La crisis surgida por cultivos que han dependido de los insecticidas para el control de plagas, ha obligado a técnicos y agricultores a entender que el Manejo Integrado de Plagas (MIP), es la manera más

racional de regular las poblaciones de las especies dañinas.

El MIP usa todos los métodos prácticos para reducir las plagas en una forma equilibrada, con el fin de mantenerlas por debajo del nivel que causa daño económico al cultivo.

La exitosa aplicación del MIP es difícil, porque requiere amplios conocimientos respecto a la identificación de la especie, su biología y el comportamiento de los agentes que regulan sus poblaciones, como parásitos y predadores. También es indispensable establecer sistemas de muestreo que faciliten determinar los niveles de población de las distintas plagas con posibilidad de ocasionar pérdidas de importancia económica, durante los diferentes estados de desarrollo del cultivo.

Para mayor información sobre el MIP, se recomienda consultar la Unidad de Aprendizaje "Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo del Frijol".

### **Fertilización**

El aspecto nutricional en frijol cobra importancia desde el momento en que se visualiza que el cultivo es un gran indicador de la fertilidad de un suelo determinado.

Una variedad mejorada por haber sido obtenida para lograr mayor producción, eficiencia, porte, tamaño, etc., tiene mayores requerimientos nutricionales para poder expresar su potencial en cualquier etapa del desarrollo; tal como se ha indicado, recomendaciones sobre uso de fertilizantes basadas en análisis químicos de suelos, pueden permitir a una variedad mejorada expresar todo su potencial, sin limitaciones desde el punto de vista nutricional.

En las etapas críticas del desarrollo del cultivo se hace más evidente la necesidad de una adecuada provisión nutricional, que, en



primera instancia, deberá estar suplementada al suelo, en función de los resultados del análisis del mismo.

### **Semilla de buena calidad**

Se dice que una semilla es de buena calidad cuando tiene pureza tanto varietal como física, un alto porcentaje de germinación y está libre de organismos patógenos, tanto externa como internamente.

Las semillas tienen pureza varietal cuando al reproducirse transmiten todas sus características, es decir, el genotipo y el fenotipo.

Las semillas tienen pureza física cuando están libres de malezas, materia inerte, semilla de otros cultivos y su apariencia es uniforme.

Las semillas con buena germinación son aquellas que tienen la capacidad de producir plantas vigorosas en condiciones favorables. La buena germinación es quizás el factor más importante para que la semilla sea de buena calidad.

Las semillas libres de organismos patógenos son un factor que debe tenerse muy en cuenta en el caso del frijol, puesto que aproximadamente el 50% de los agentes causantes de las enfermedades más importantes de este cultivo pueden transportarse en la semilla.

El productor de semilla certificada debe proveer la cantidad suficiente de semilla de buena calidad, en el tiempo requerido, a un costo razonable y en el lugar donde ésta se necesite. En caso contrario, el agricultor puede producir su propia semilla de aceptable calidad dentro de su propia finca, siguiendo unas recomendaciones sencillas, tales como visitar el lote con frecuencia y eliminar las plantas que no correspondan a la variedad sembrada; mantener el lote libre de enfermedades, y dentro del lote marcar las mejores plantas y cosecharlas

independientemente para destinarlas como semilla de la próxima siembra.

### **Factores socioeconómicos**

- Importación
- Exportación
- Hábitos de consumo:
  - Calidad del grano
  - Color
  - Tamaño
  - Forma
  - Tiempo de cocción
  - Buenas características organolépticas
- Crédito
- Mercadeo

### **Resumen de la Secuencia**

La variedad mejorada se obtiene para tratar de resolver los problemas importantes que limitan la producción en una determinada zona (s) frijolera (s) [como susceptibilidad a un agente patógeno - intolerancia a suelos ácidos, etc.]; además se selecciona por su mayor potencial de producción y resistencia alta o intermedia a otros problemas secundarios.

La variedad mejorada resuelve el problema principal para lo cual se obtuvo, pero no es la solución a todos los factores que afectan la productividad del cultivo: nutrición, respuesta a *Rhizobium phaseoli*, toxicidad causada por aluminio, otros agentes patógenos y plagas, etc. Esto implica que los demás factores, para los cuales la variedad no es una solución apropiada, deben resolverse mediante manejo agronómico. Con la solución del problema principal puede haber una reducción en el uso de agroquímicos o una estabilización de la producción.

El agente de extensión agrícola debe conocer en detalle las características de la variedad mejorada de frijol y las prácticas agronómicas que puede recomendar en su región.

La producción esperada de un cultivo de frijol depende de las características físicas y químicas de los suelos, de las condiciones ambientales de las localidades, de factores que limitan la producción, del conocimiento de las bondades de la variedad mejorada y de las prácticas agronómicas recomendadas.

El manejo agronómico de cada variedad mejorada difiere según la variedad y la zona frijolera donde se siembre. La línea BAT 76 requiere la mitad de la adición de fósforo en relación con otras variedades comerciales, no necesita protección contra la antracnosis, pero en zonas de incidencia de la mustia hilachosa, se le debe dar una protección agroquímica y control mediante prácticas culturales (semilla sana, época de siembra adelantada, surcos espaciados, cobertura vegetal muerta en el suelo, etc.)

Con la variedad DOR 364 (CENTA - CUZCATLECO o DORADO) no se puede eliminar el uso de insecticidas sistémicos al momento de la siembra, debido a que no se está en capacidad de predecir una baja o alta presencia del vector (mosca blanca). Pero en caso de que las condiciones de distribución de lluvias permitan una baja población de la mosca blanca, no sería necesario la aplicación adicional de insecticidas al follaje, con lo cual se reducirían los costos de producción.

Se evidencia la importancia de realizar una buena integración de los componentes principales de un manejo tecnológico adecuado de la variedad mejorada, para obtener óptimos resultados en el proceso de producción.

## Anexo 1. Variedades mejoradas de Belice

Las variedades mejoradas de Belice son de grano grande, de tegumento de color rojo y cubren el 85% de la superficie sembrada con frijol. El 15% restante corresponde a variedades de grano negro. No se han desarrollado variedades especialmente adaptadas a esta región y las de grano rojo que se cultivan provienen de Estados Unidos o de El Salvador. Cuadro A1.

### Introducciones

#### *Red Kidney*

La variedad "Red Kidney" es muy antigua. No se sabe con exactitud cuándo fue introducida de Estados Unidos, pero figura en catálogos

de variedades del este de ese país desde 1857; en 1933 ya se hacían trabajos de selección con ella en California. Es probable que la variedad de Belice sea la misma que en la actualidad se siembra en California, pues constantemente el país importa semilla de dicho estado.

#### *27R*

En los ensayos hechos en América Central, "27 R" figura desde 1965; es reconocida como una variedad de El Salvador, pero se puede afirmar que es una introducción, pues el tipo de planta y de grano no corresponde al material genético que normalmente se encuentra en América Central.

**Cuadro A1. Variedades de frijol cultivadas en Belice**

Variedades	Clase de grano	
	Color	Tamaño
American Pinto	Crema con café moteado	Mediano
California Red Kidney	Rosado	Grande
27 R	Rosado	Grande
Miss Kelly	Rosado jaspeado, rojo oscuro	Mediano
San Miguel White Pod	Negro	Pequeño
71 Black	Negro	Pequeño
89 Black	Negro	Pequeño

## Anexo 2. Variedades mejoradas de Costa Rica

El mejoramiento genético de frijol en Costa Rica se inició en 1957 en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica.

A continuación se presentan las variedades principales sembradas en Costa Rica y el método de obtención.

### Introducciones

#### **San Fernando**

En 1956, en el Cantón de Turrialba, Provincia de Cartago, se recolectó una variedad criolla de frijol denominada "Turrialba", que ingresó al banco de germoplasma de frijol de la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno con el nombre de Introducción 4-N.

En la introducción 4-N se hicieron, en 1957, una serie de selecciones individuales por planta durante tres ciclos: enero, mayo y octubre. En el último ciclo de siembra una de las selecciones, K S 182 N, se escogió como material promisorio, y en 1958 luego de evaluarse en seis sitios diferentes dentro de las zonas frijoleras, se liberó como variedad comercial y se las denominó "San Fernando" (nombre que tuvo la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno hasta el año 1962).

En 1982 fue retirada del programa de certificación de semillas, debido a su susceptibilidad a la mustia hilachosa, y fue sustituida por la variedad Talamanca.

#### **Pavamor**

En la década de los 60, con base en material criollo colectado en la región de Talamanca (zona fronteriza con Panamá) se obtuvo la variedad "Pacuare". De este material, que mostraba variabilidad en sus fenotipos, se obtuvo la variedad Pacuaral, mediante selecciones masales.

Esta variedad mostró buena adaptación y rendimiento en las condiciones del Valle Central de Costa Rica y, luego de incluirse en pruebas de estabilidad y adaptabilidad en tres zonas frijoleras, se liberó como variedad comercial con el nombre de Pacuaral Vaina Morada, que en forma abreviada se denomina PAVAMOR.

#### **México 80 R**

En 1958 se introdujo de México un material denominado Honduras 3. En las evaluaciones de campo, efectuadas en Alajuela, sobresalió por su precocidad y buena producción, lo que motivó su inclusión en ensayos de adaptación en las zonas frijoleras. En 1960 se liberó como variedad comercial, debido a la gran adaptabilidad y estabilidad mostradas, además de su precocidad.

En la actualidad continúa como variedad comercial, porque es un material de grano rojo que se produce bien en ambientes desfavorables (baja fertilidad y alta temperatura).

#### **Talamanca**

En 1978 se inició la evaluación del IBYAN (vivero de adaptación y rendimiento de frijol) negro procedente del CIAT, el cual incluía el material ICA 10103 que resultó en primer lugar en los sitios de alta temperatura y alta incidencia de mustia hilachosa. Mostró además buena estabilidad, alta adaptabilidad y arquitectura erecta apropiada para mecanización.

Las pruebas en parcelas de validación (parcela de tamaño y manejo comercial con base en el agricultor frijolero) indicaron que era apropiada para uso comercial. En 1980 se liberó como nueva variedad nacional, y en el año 1983 el 50% de los agricultores de Pérez Zeledón (principal zona frijolera) sembraron esta variedad.



Posee una gran adaptabilidad a las diferentes zonas frijoleras de Costa Rica. Su principal ventaja es el grado de resistencia a la mustia hilachosa. Es una variedad de hábito de crecimiento II, erecta, que permite su siembra con el sistema mecanizado, pero también se le ha sembrado con éxito con los sistemas a esquepe (chuzo) y tapado. Su principal defecto es su alta susceptibilidad a la antracnosis. El hongo que causa esta enfermedad se transmite por la semilla y puede sobrevivir en el terreno por muchos años, lo que agrava el problema, ya que muchos agricultores usan para la siembra su propia semilla o la del vecino y luego de varios años compran nueva semilla certificada. En la zona de Puriscal en Costa Rica, los agricultores tuvieron que dejar de sembrar esta variedad comercial y sustituirla por las líneas BAT 76 que sí son resistentes a este hongo.

Talamanca es poco eficiente en la extracción de nitrógeno, fósforo y calcio en comparación con Brunca y BAT 76, lo cual implica que siembras en terrenos de baja fertilidad requieren una mayor inversión en fertilizantes (Corella, F. 1989).

Cuando se emplea la variedad Talamanca se debe asegurar el uso de semilla certificada, sembrarla en zonas de poca o baja incidencia de antracnosis. Deben analizarse las cantidades disponibles en el suelo de fósforo, nitrógeno y calcio. Para combatir la mustia hilachosa debe incluirse la adición de fungicidas y/o siembra con cero labranza y el empleo de cobertura vegetal muerta.

#### **BAT 76**

Posee resistencia a la antracnosis, tolera suelos con bajo fósforo y cuando se adiciona fósforo, la mayor producción se obtiene con la mitad de la dosis requerida por Talamanca, Negro Huasteco y Brunca para dar el mayor rendimiento (Corella, 1989). Posee una adaptación amplia, pero es de resistencia intermedia a la mustia hilachosa y con alta

presión de este hongo puede sufrir reducciones fuertes de rendimiento. Por su tipo de arquitectura la BAT 76 se puede mecanizar.

Esta línea, sembrada comercialmente en lugares con temperaturas frescas (Ej. 1300 msnm Puriscal, en Costa Rica) asegura una mayor producción, debido a su resistencia a la antracnosis y a la menor inversión en la adición de fósforo. El combate de *Phytophthora phaseoli* y la mancha de ascochyta se haría sólo si se presentan condiciones de alta humedad y baja temperatura y algunos síntomas iniciales de estas enfermedades. Así también habría reducción en el uso de fungicidas.

### **Hibridaciones**

#### **Huetar**

Debido a la ausencia de material promisorio de grano rojo con buen rendimiento, estabilidad, y principalmente con resistencia al virus del mosaico común, se optó en el Programa Nacional de Frijol de Costa Rica por recurrir a la hibridación con base en la variedad México-80R y en el material BAT 202, de grano de color rojo, material promisorio tanto en las zonas frijoleras de Costa Rica como de América Central, y con el gen I de resistencia al virus del mosaico común.

Este cruce fue propuesto por Costa Rica en 1978 y se realizó en 1979 en el CIAT. La F2 se envió en 1980, y luego de cuatro generaciones y selección con base en el método masal modificado (Bulk modificado), en 1981 se seleccionó como material promisorio y luego se nominó como nueva variedad en 1982 debido a: resistencia al virus del mosaico común, arquitectura erecta, precocidad con una alta producción de grano en ambientes favorables (70 días a la madurez fisiológica), resistencia intermedia a la mustia hilachosa y además por poseer una

morfología y color de vainas similares a las de México 80 R. Se ha destacado en las siembras en asociación con cafeto en los cafetales tecnificados del Valle Central (1000 msnm) y en asociación con maíz, en siembra simultánea (sin que afecte el rendimiento del

cafeto ni del maíz) (Araya, *et al.*, 1986). En suelos con alta saturación de aluminio ha mostrado una reducción de la producción de grano hasta de un 200% en relación con BAT 76 (MAG, 1989).

## Anexo 3. Variedades mejoradas de Cuba

Cuba siempre ha sido un país productor de frijol. El Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT) se encarga de las investigaciones básicas y la investigación aplicada se le ha confiado a la Estación de Investigaciones de Papas y Granos del Ministerio de Agricultura.

Los cubanos prefieren las variedades de grano negro, aunque también se cultivan las

de grano rojo, pinto y blanco. En el Cuadro A3 se muestran algunas de las variedades que se siembran actualmente en Cuba. La más común es "Bolita 42", entre las de grano negro; "Cuba Cueto", "Velasco Largo" y "Mulantri", entre las rojas; y "Bonita 11" entre las de grano blanco.

**Cuadro A3. Variedades de frijol cultivadas en Cuba**

Variedad	Color del grano	País de origen
Bolita 42	negro	Cuba
C-25-9	negro	Cuba
V 8	negro	Cuba
ICA Pijao	negro	Colombia
Cuba Cueto	rojo opaco	Cuba
Velasco Largo	rosado	Cuba
Mulantri	rojo moteado	Cuba
Bonita 11	blanco	Puerto Rico
Carita	crema	Cuba
Cancarro	crema	Cuba
Borinque	moteado	Cuba

## Anexo 4. Variedades mejoradas de El Salvador

La investigación en frijol en El Salvador se inició en 1943 al fundarse el Centro Nacional de Agronomía (CNA).

Hasta 1954, la mayor cantidad de trabajos de mejoramiento se realizó en las estaciones experimentales de San Andrés y Santa Cruz Porrillo. Durante este tiempo (1943-1964) se introdujeron 4831 genotipos extranjeros y se recolectaron 320 variedades criollas. En 1964 se efectuaron los primeros cruzamientos entre las variedades "San Andrés 1" y "S 67 N". En 1967 se incorporaron al equipo de frijol de la DGIA los técnicos de la Universidad de El Salvador y el programa pasó a ser coordinado por el IICA. En 1968, 25 años después de iniciarse la investigación en frijol, se creó el Programa Nacional de Frijol, que se mantuvo dentro del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA) hasta 1981, y actualmente es parte del Instituto Salvadoreño de Investigación Agropecuaria (ISIAP).

A continuación se presentan las variedades principales sembradas en El Salvador.

### Introducciones

#### ***Porrillo 1, Porrillo 70 y Porrillo Sintético***

El origen de las variedades "Porrillo 1", "Porrillo 70" y "Porrillo Sintético" es el siguiente. En 1951 fue introducida a El Salvador la variedad "Santa Clara", procedente de Venezuela. En el Centro Nacional de Agronomía se la identificó como CNA 1204J, y se evaluó por rendimiento en las localidades de Santa Cruz Porrillo y San Andrés. Más tarde, en Santa Cruz Porrillo, se hicieron en ella selecciones individuales de plantas en busca de un alto número de vainas y de grano negro, opaco y brillante. De esas selecciones individuales se obtuvieron dos

compuestos: uno con plantas de grano negro opaco, el que se denominó "Porrillo 1" y otro formado por las selecciones de grano negro brillante, el cual se llamó "San Andrés 1".

En los años 1959-1960 se seleccionaron, en "Porrillo 1", plantas erectas, de buen número de vainas precoces, y se conformó con ellas un nuevo compuesto al que, por analogía con los compuestos de plantas alógamas, se dio el inapropiado nombre de "Porrillo Sintético". En 1968 se hicieron nuevamente selecciones individuales en "Porrillo 1", como se habían hecho para "Porrillo Sintético", y se formó con ellas un compuesto que se denominó "Porrillo 70". En la actualidad el uso a nivel comercial de estos materiales es reducido.

#### ***Rojo 70 (CENTA Nahulzal)***

En 1967 llegó a El Salvador una colección de 120 materiales procedentes del PCCMCA (Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios), de los cuales se seleccionaron 7 variedades de grano negro, 14 de grano rojo y una de grano blanco. Las variedades negras y rojas se ensayaron en tres épocas de siembra en San Andrés y de ellas se seleccionaron seis que fueron sometidas a evaluaciones regionales en 1969 y 1970; entre éstas seis se seleccionó la variedad de grano rojo brillante "Mex 193" por su buen comportamiento en las siembras de agosto y diciembre (en mayo su ciclo de crecimiento se prolongó de cinco a seis meses). En diciembre de 1970, Mex 193 fue lanzada como variedad con el nombre "Rojo 70". También este material es poco usado en la actualidad.

#### ***Nahulzalco Rojo y Nahulzalco Negro***

Las variedades "Nahulzalco Rojo" y "Nahulzalco Negro" fueron seleccionadas por Carlos Mario García a partir de materiales



Otras variedades de uso comercial:

*CENTA Cuzcatleco (DOR 364), CENTA Izalco, CENTA Tazumal, CENTA Jiboa, Rojo de Seda y Seco Rojo.*

La variedad de mayor difusión en la actualidad es la DOR 364, debido a su mayor resistencia al mosaico dorado.

## Hibridaciones

### **S 184 N**

El origen de la variedad "S 184 N" es un cruce entre "S 67 N" y "San Andrés 1". La "S 67N",

proveniente de una selección hecha en "Tineco de Zapotitán", figuraba desde 1963 como material promisorio de El Salvador al iniciarse los ensayos del PCCMCA, no así "San Andrés 1", otro de los progenitores. En la actualidad es poco sembrada en El Salvador.

## Anexo 5. Variedades mejoradas de Guatemala

El programa de frijol de Guatemala fue iniciado en 1949, año en que se hicieron ensayos comparativos de rendimiento en la Alameda y Chimaltenango con material genético introducido de los Estados Unidos. En 1950 se reunieron las primeras colecciones de material criollo y se introdujeron también variedades de México a través del Programa Agrícola de la Fundación Rockefeller. En 1949 y 1954 toda la colección se evaluó por resistencia a antracnosis, roya, mancha angular y mosaico común y se hicieron selecciones individuales dentro de este grupo que contenía 86 materiales criollos, 50 introducciones de México, 15 de Brasil y 50 de Estados Unidos.

Con la creación del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas de Guatemala (ICTA) a comienzos de la década del 70, el Programa de Frijol tomó nuevo impulso bajo la dirección de Pío Masaya y variedades tolerantes al mosaico dorado fueron obtenidas en 1979.

A continuación se presentan las variedades principales sembradas en Guatemala.

### Introducciones

#### **ICTA-San Martín**

Esta es una variedad de varios ciclos de selección masal de una criolla llamada San Martín Vaina Blanca, de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango, Altiplano Central de Guatemala. Ha sido recomendada por el ICTA desde el año de 1979, por su buen potencial de rendimiento y su precocidad de 95 días a la cosecha, pero en los últimos años ha mostrado susceptibilidad a las enfermedades, principalmente a la roya y a la ascochyta y, cuando el agricultor no protege el cultivo con fungicidas, puede llegarse a una pérdida del 80% de la plantación, debido al daño causado por estos hongos.

Actualmente existe la intención de liberar esta variedad en la región Sur-Occidental de Honduras.

### Hibridaciones

#### **ICTA Quetzal, ICTA Jutiapan, ICTA Tamazulapa**

Se obtuvieron por hibridación en el ICTA, con base en la selección de progenitores locales e introducidos seleccionados por su resistencia y rendimiento.

ICTA-Tamazulapa es una variedad considerada para ser empleada en áreas marginales donde la precipitación puede ser un factor limitativo. Posee tolerancia de intermedia a alta al mosaico dorado y se le ha visto creciendo con éxito en laderas con pendientes de más de 100%. Su precocidad es muy apreciada por el agricultor.

#### **ICTA-Texel**

Es una variedad que ha sido desarrollada para las condiciones del Altiplano de Guatemala (1800-2300 msnm). Su excelente potencial de rendimiento unido a una precocidad del agrado del agricultor (90 días a la cosecha) han hecho que esta variedad tenga gran difusión en el Centro y Occidente del Altiplano guatemalteco. Así mismo, ha tenido gran aceptación en la parte alta de Jalapa, en el Sur-Oriente de Guatemala.

#### **DOR 364**

Ha sido denominada DORICTA en Guatemala. En El Salvador se le llama CENTA-Cuzcatleco y en Honduras DORADO.

El que todas las variedades hayan sido producto de programas de mejoramiento específicos, hace mayor la exigencia para la obtención de una buena producción, lo cual

depende de un buen programa de manejo agronómico.

### **ICTA-Ostúa**

Variedad de grano negro que inicia su floración entre 34 y 36 días después de la siembra. El color de la flor es morado y el de la vaina, crema. Su crecimiento es arbustivo y se cosecha entre 70 y 75 días después de la siembra. Es tolerante al mosaico dorado, la roya y el mosaico común. Su rendimiento es de 1620 a 1944 kg/ha en monocultivo. Su ciclo es ligeramente más corto que el de ICTA-Quetzal y en casos de ausencia de

precipitación soporta en mejor forma el estrés por agua.

Cuando es sembrada en asociación con maíz, este último muestra un mejor rendimiento en grano, comparativamente, que cuando se siembra en monocultivo.

Nuevas variedades liberadas para uso comercial:

ICTA Achuapa

ICTA Santa Gertudis

ICTA Costeño

## Anexo 6. Variedades mejoradas de Haití

Las variedades mejoradas de frijol cultivadas en Haití proceden sólo de introducciones de

material de diversos países. En el Cuadro A6 se detallan estas variedades.

**Cuadro A6. Variedades de frijol cultivadas en Haití**

Variedades	Clase de grano		Origen
	Color	Tamaño	
Salagnac 86	Rojo moteado con crema	Mediano	Haití
Salagnac 90	Rojo moteado con crema	Mediano	Haití
Mersan	Negro	Pequeño	Haití
ICTA-Tamazulapa*	Negro	Pequeño	Guatemala
ICTA-Quetzal*	Negro	Pequeño	Guatemala
DOR 364*	Rojo oscuro	Pequeño	Guatemala
Muehis - 84	Negro	Pequeño	México

\* Son las variedades de más reciente liberación que han dado buenos resultados.



## Anexo 7. Variedades mejoradas de Honduras

Las variedades de frijol más importantes de Honduras son "Zamorano" desarrollada en la Escuela Agrícola Panamericana y "Desarrural 1", procedente de una selección hecha en una colección de Guatemala registrada como COL 1-63A. Desde mediados de la década del 70 se trabaja con poblaciones desarrolladas con

base en cruzamientos hechos en el CIAT que produjeron materiales promisorios denominados "Acacias", de donde salió como variedad mejorada Acacias 4. En el Cuadro A7 se presentan las variedades de frijol cultivadas en Honduras.

**Cuadro A7. Variedades de frijol cultivadas en Honduras**

Tamaño	Clase de grano	
	Variedades	Color
Cuarenteño	Rojo	Pequeño
Charama	Rojo	Pequeño
Danli 46*	Rojo oscuro	Pequeño
Desarrural	Rojo	Pequeño
Nogues	Rojo	Pequeño
Porrillo	Negro	Pequeño
Rojo de seda	Rojo	Pequeño
Araoli-85 (Rab-39)*	Rojo	Pequeño
Zamorano	Rojo	Pequeño
Acacias - 4*	Rojo	Pequeño
Catrachita*	Rojo	Pequeño
DORADO* (DOR 364)	Rojo oscuro	Pequeño

\* Estas variedades son las de mayor aceptación

## Anexo 8. Variedades mejoradas de México

La incontable riqueza genética del frijol mexicano dificulta la clasificación de los tipos cultivados en ese país; sin embargo, podría decirse que en México se cultivan comercialmente los siguientes frijoles:

- Canarios
- Azufrados
  - Azufrado Peruano
- Bayos
  - Bayo Gordo (Grano grande)
  - Bayo Rata (Grano grande)
  - Garbancillo (Grano mediano o pequeño)
- Negros
  - Opacos (Grano pequeño)
  - Brillantes (Grano mediano)
- Pintos
  - Flor de Mayo
  - Pinto Americano
  - Ojo de Cabra
  - Cacahuete
- Otros
  - Blancos (Grano mediano y pequeño)
  - Rojo (Grano mediano o grande)

Esta variabilidad genética ha generado en México una intensa labor de selección en los materiales comerciales de color diferente al negro; además, se han obtenido variedades por hibridación.

La investigación en frijol se remonta en México a 1936 cuando se hicieron las primera colecciones de material mexicano. En 1949, en Tlanepantla, México, se lograron los primeros cruces de frijol canario y bayo cuando se buscaban plantas arbustivas y de hábito de crecimiento tipo III que demostraran resistencia a la roya, la antracnosis y la bacteriosis. En 1949 se entregaron las variedades "Rocamex 1", "Rocamex 2" y "Rocamex 3"; posteriormente, estas

variedades serían conocidas como "Amarillo 154" y "Bayo 158", respectivamente.

En 1955 se distribuyó semilla de la variedad "Canario 101", un resultado de selecciones individuales de una colección reunida en Tacámbaro, Michoacán. Junto con esta variedad aparecieron "Bayo 158", "Bayo 160", "Bayo 161", "Negro 150", "Negro 151" y "Pinto 162", producto de selecciones individuales hechas en 1953. Las primeras variedades obtenidas por cruzamiento, "Canocel", "Bayomex" y "Negro Mecentral", fueron lanzadas en 1959.

En 1958, en el Campo Experimental de Cotaxtla, Veracruz, se dieron a conocer tres nuevas variedades de frijol negro; "Antigua", una selección de Guatemala, "Actopán" y "Jamapa"; esta última ha sido una de las más famosas variedades de frijol por su gran estabilidad, que ha mantenido durante más de 20 años. Fue desarrollada por F. Cárdenas partiendo de una selección de 15 líneas en la colección "Veracruz 86", en Paso de Ovejas, Veracruz, en 1955.

A principios de la década del 70, el entonces Centro de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa (hoy CIAPAN) empezó a distribuir nuevas variedades de frijol desarrolladas en ese centro por un equipo dirigido por Héctor López. Algunas fueron obtenidas por selección individual como "Azufrado 33", y otras por hibridación como "Canario 78" (Ahome), "Azufrado 100" (Cahita 100), "Culiacán 200", "Azufrado Pimono 78" (Mayocoba), "Canario 72" (CIAS 72) Y "Toche 400".

En el centro-norte del país se han producido las variedades "Pinto Nacional 73" (Pinamerpa), "Bayo Calera", "Delicias 71", "Bayo Baranda", "Bayo Durango", "Pinto

Fresnillo", y "Ojo de Cabra 73" (Ciechi), principalmente. En el estado de Tamaulipas se obtuvieron las variedades "Agramejo", "Azabache", "Mulato" y "Ciateño".

Dado el gran número de variedades producidas en México y la forma como está organizado su programa de frijol -coordinado por disciplinas a nivel nacional- es difícil dar crédito a los fitomejoradores por la creación de variedades sin correr el riesgo de cometer omisiones graves. Cerca de 50 profesionales de la Red de Leguminosas Comestibles, Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales y Agropecuarias (INIFAP) adelantan trabajos de investigación en 29 campos experimentales. El trabajo de mejoramiento genético se ha distribuido en cinco áreas ecológicas bien definidas; en cada una de ellas sólo un campo desarrolla el programa de mejoramiento genético, y es responsable de generar los materiales que serán distribuidos a campos distintos dentro de su área, donde son probados por equipos multidisciplinarios. En el Cuadro A8 se presentan las principales variedades de frijol que se cultivan en México.

**Cuadro A8. Variedades de frijol cultivadas en México**

<p><b>Canarios:</b> Grano amarillo claro, de tamaño mediano, con hilo coloreado</p> <p>Canario 78 Canario 101 Canario 107 Canario 72 Culiacán 200 Canario Guanajuato 43</p>	<p><b>Azufrados:</b>Grano amarillo intenso, de tamaño mediano, con hilo oscuro</p> <p>Amarillo 153 Amarillo 154 Azufrado 33 Azufrado Bolita Azufrado Regional Azufrado 100 Azufrado Pimono Azufrado Peruano-87</p>	<p><b>Azufrado Peruano:</b> Grano amarillo, de tamaño mediano, con hilo claro</p> <p>Azufrado Pimono 78 Peruano</p>
<p><b>Bayos:</b> Grano café claro de diversos tonos, de tamaño mediano o grande</p> <p>Agramejo Bayo 158 Bayo 164 Bayo 400 Bayo Berrendo Bayo Rata Bayomex Canocel Ciateño Bayo Durango Bayo Calera Bayo Baranda Bayo Río Grande Bayo Victoria</p>	<p><b>Pinto:</b> Color básico del grano: bayo o crema; con pintas cafés, negras o rojas; de tamaño mediano</p> <p>Agrarista Cacahuete 73 Cacahuete Bolita Cacahuete Largo Delicias 71 Flor de Mayo Flor de Mayo RMC Ojo de Cabra Pinto 133 Pinto 162 Pinto Nacional 72 Pinto Laguna 80 Pinto Americano Pinto Español Pinto Mexicano 80 Toche 400 Ojo de Cabra 73 Ojabra 400 Flor de Abril</p>	<p><b>Negros:</b>Grano negro mate (del trópico), negro brillante (de zonas templadas), de tamaño pequeño y mediano</p> <p>Actopán Antigua Jamapa Negro Huasteco-81 Negro Mecentral Negro 66 Canario 150 Sataya 425 Villa Guerrero Negro Nayarit Negro Querétaro 78 Negro Puebla Tarahumara Azabache Negro Cotaxtla 91 Negro Chiapas Negro Veracruz</p>
<p><b>Otras variedades</b></p> <p>Aguas Calientes 466 Apetitos Arriaga Barqueño Baranda Bombanero Bayo Blanco Bayo Rosa Bravo Blanco 157 (Zacates 9-A-7) Criollo del Llano Durango 225, Durango 264 Garbancillo</p>	<p><b>Otras variedades</b></p> <p>Grullo Regional Garbancillo Zarco Güero Aluvia Mantequilla Matamoras 64 Morelo 6-A-1 Mulato (11-209-B-1 x Puebla 144) Negro 152 (Zacateca 4-A-2) Querétaro 183-1 Rosita Sesentano Veracruzano</p>	



## Anexo 9. Variedades mejoradas de Nicaragua

Las variedades de frijol sembradas en Nicaragua hasta 1953 fueron todas criollas; de ese año en adelante se organizó el Programa de Mejoramiento que procedió a coleccionar material nacional y a introducir frijoles de México, Colombia y Costa Rica.

A través del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA) se efectuaron introducciones y evaluaciones; en 1970 fue seleccionada y liberada la variedad "Honduras 46", un frijol de grano rojo oscuro y brillante diferente de los anteriores, los cuales, por su grano negro, no fueron bien aceptados por los productores comerciales ni por los consumidores.

A partir de 1979 se comenzaron a liberar una serie de variedades mejoradas con el nombre de "Revolución". En la actualidad las variedades comerciales son las siguientes, todas obtenidas por el método de introducción.

- DORADO
- Revolución 84
- Revolución 79
- San Nicolás
- Estelí 90 A
- Estelí 90 B
- RAB 310

## Anexo 10. Variedades mejoradas de Panamá

Panamá importa gran parte del frijol que consume y sus habitantes prefieren los frijoles rojos del tipo "Red Kidney" o los rojos con pintas crema. En el área de Chiriquí, la principal zona productora, se cultiva preferentemente la variedad denominada "Barriles" que es, en realidad, el "Red Kidney" americano.

En orden de importancia sigue un frijol conocido como "Renacimiento", que es una

variedad de grano blanco con rayas rojas, de tamaño grande, muy similar al grano de la variedad colombiana "Uribe Blanco". En Panamá se siembra además una variedad llamada "Primavera", de color crema amarillento muy similar a los "Canarios" de México. En menor proporción se siembran dos variedades de Colombia: "Diacol Calima" e "ICA Palmar".

## Anexo 11. Variedades mejoradas de República Dominicana

Los primeros trabajos de mejoramiento de frijol en la República Dominicana fueron adelantados por Freddy Saladín y Ramón Jiménez, quienes hicieron, cada uno por su cuenta, selecciones en un material que aparentemente provenía de Haití y se conocía en la República Dominicana como "Pompadour". De él derivaron el "Pompadour Checa", la variedad más difundida en el país, y otros frijoles de grano rojo y forma redondeada. Un agricultor progresista, don José Paniagua, seleccionó un tipo de frijol conocido como "José Beta"; su grano es de excelente calidad para el gusto dominicano aunque menos rendidor que la variedad

"Pompadour Checa". La variedad "Constanza 1" es una selección de la línea 20-207 obtenida de una colección de frijol enviada por el IICA.

En este país se siembra también frijol negro - la variedad "Venezuela 44"- para exportar a Venezuela. Parece oportuno mencionar aquí que la variedad colombiana "ICA Tuí" y la venezolana "Tacarigua" son selecciones de "Venezuela 44". Las variedades de frijol cultivadas en República Dominicana aparecen en el Cuadro A11.

**Cuadro A11. Variedades de frijol cultivadas en República Dominicana**

Variedades	Clase de grano	
	Color	Tamaño
Pompadour Checa	rojo moteado	mediano
Pompadour Mocana o Redonda	rojo moteado	mediano
Pompadour Rocío	rojo moteado	mediano
José Beta	rojo moteado	mediano
Constanza 1	rojo moteado	mediano
Venezuela 44 (ICA Tuí, Tacarigua)	negro	pequeño

## Anexo 12. Bibliografía

- ACOSTA, M., SILVERA G. ; RUIZ, J. 1985. Guía para el productor de Poroto. Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). 19 p.
- ALLARD, R.N. 1960. Principles of plant breeding. California, USA. John Wiley and Son, Inc. 485 p.
- ARAYA, R. ; ZAMORA, A. 1989. Efecto del frijol común sobre la productividad del cafeto podado y en formación. Agronomía Costarricense. 13(1): 93-98.
- BRAUER, O. 1973. Fitogenética aplicada. México. Limusa. 518 p.
- CAMPOS, S.,R.; FLOR, M., C.A. ; OSPINA, H.F. 1982. Cruzamiento del frijol; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia. 36 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1976. Sistemas de Producción de Frijol. Cali, Colombia. 64 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1980. Diversidad genética de las especies cultivadas del género *Phaseolus*; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia. 52 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1985. La investigación de frijol en campos de agricultores de América Latina: Memorias de un taller. Cali, Colombia. p. 190-197.
- De LA LOMA, J.L. 1963. Genética general y aplicada. 3 ed. México. UTHEA 52 p.
- FLOR, C.A. 1985. Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilizantes en frijol. En: Frijol: Investigación y Producción. Referencias de los Cursos de Capacitación sobre Frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y editado por: Marceliano López, Fernando Fernández, Aart van Schoonhoven. Cali, Colombia. PNUD/CIAT. pp. 287-312.
- HOBDELINK, H. 1987. Más allá de la revolución verde. Barcelona, España. Editorial Lerma. 219 p.
- KOPPER, N., ARAYA, R. ; GONZALEZ, W. 1986. Poblaciones y sistemas de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado a maíz (*Zea mays*). Boletín técnico. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. 19(2): 18-27.
- MAG (Ministerio Agricultura y Ganadería). 1989. Informe Anual de labores, Unidad de Suelos San José, Costa Rica. 140 p.
- MARQUEZ, S.F. 1988. Genotecnica vegetal. Tomo II. México. AGT Editor, S.A.665 p.
- MONGE, J.; ARAYA, R. ; GONZALEZ, W. 1987. Evaluación del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) bajo el sistema tapado en San José, Costa Rica. Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit (Costa Rica). 20(3): 1-11.
- MONTENEGRO, H. ; ANGULO, N.P. 1988. Producción de semilla a nivel de pequeño productor. Cartilla Divulgativa No. 35. Pasto. Colombia. ICA. 15 p.



- OROZCO, S.H. ; BEEBE, S. 1989a. DOR 364 línea de frijol promisorio para el trópico bajo de Centro América. Guatemala, Guatemala. Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe (PROFRIJOL). 15p. Mimeografiado
- OROZCO, S.H.; HERRERA, J.M. ; PEREZ, C.A. 1989b. Vivero Centroamericano de adaptación y rendimiento (VICAR). Guatemala, Guatemala. Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe (PROFRIJOL). 11p.
- OSPINA, H.F. ; ACOSTA, A.J. 1980. Semilla de frijol de buena calidad. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. CIAT. Cali. Colombia. 37 p.
- PASTOR-CORRALES, M. 1985. Conceptos básicos sobre patología del frijol. En: Frijol, investigación y producción. Compilado y editado por Marceliano López, Fernando Fernández, Aart van Schoonhoven. PNUD/CIAT. pp. 145-155.
- POEHLMAN, J.M. 1983. Mejoramiento genético de las cosechas. 8 ed. México. Limusa. 453 p.
- SINGH, S. 1985. Conceptos básicos para el mejoramiento del frijol por hibridación. En: Frijol: investigación y producción. Compilado por Marceliano López, Fernando Fernández y Aart van Schoonhoven. Cali, Colombia. p 109-126.
- SUAREZ P.,O. 1990. Producción de semilla de frijol de buena calidad con énfasis en el pequeño productor. Manual técnico. Manizales, Colombia. ICA, Creced Caldas. 37 p.
- TAPIA, H. ; CAMACHO, H.A 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Managua, Nicaragua. GTZ. 189 p.
- VOYSEST, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. Cali, Colombia. (CIAT). 87 p.
- VOYSEST, O. 1985. Mejoramiento del frijol por introducción y selección. En: Frijol: investigación y producción. Cali. Colombia. CIAT. p. 89-107.
- ZUÑIGA, T. 1985. Conceptos básicos de entomología y manejo de plagas. En: Frijol. Investigación y producción. Compilado por Marceliano López, Fernando Fernández, Aart van Schoonhoven. PNUD/CIAT. p. 231-239

## **Anexo 13. Copia de las transparencias del instructor**

**VMF-A** Flujograma para el estudio de esta Unidad

**VMF-B** Objetivo terminal

### **Secuencia 1**

**VMF-1** Flujograma Secuencia 1

**VMF-2** Concepto de variedades

**VMF-3** Situación actual, proyecciones

### **Secuencia 2**

**VMF-4** Flujograma Secuencia 2

**VMF-5** Diagrama del método de mejoramiento genético por introducción

**VMF-6** Método de mejoramiento genético por hibridación (CIAT, 1985)

**VMF-7** Genealogía de la variedad DOR-364

### **Secuencia 3**

**VMF-8** Flujograma Secuencia 3

**VMF-9** Control (fungicidas, tolerancia y prácticas culturales)

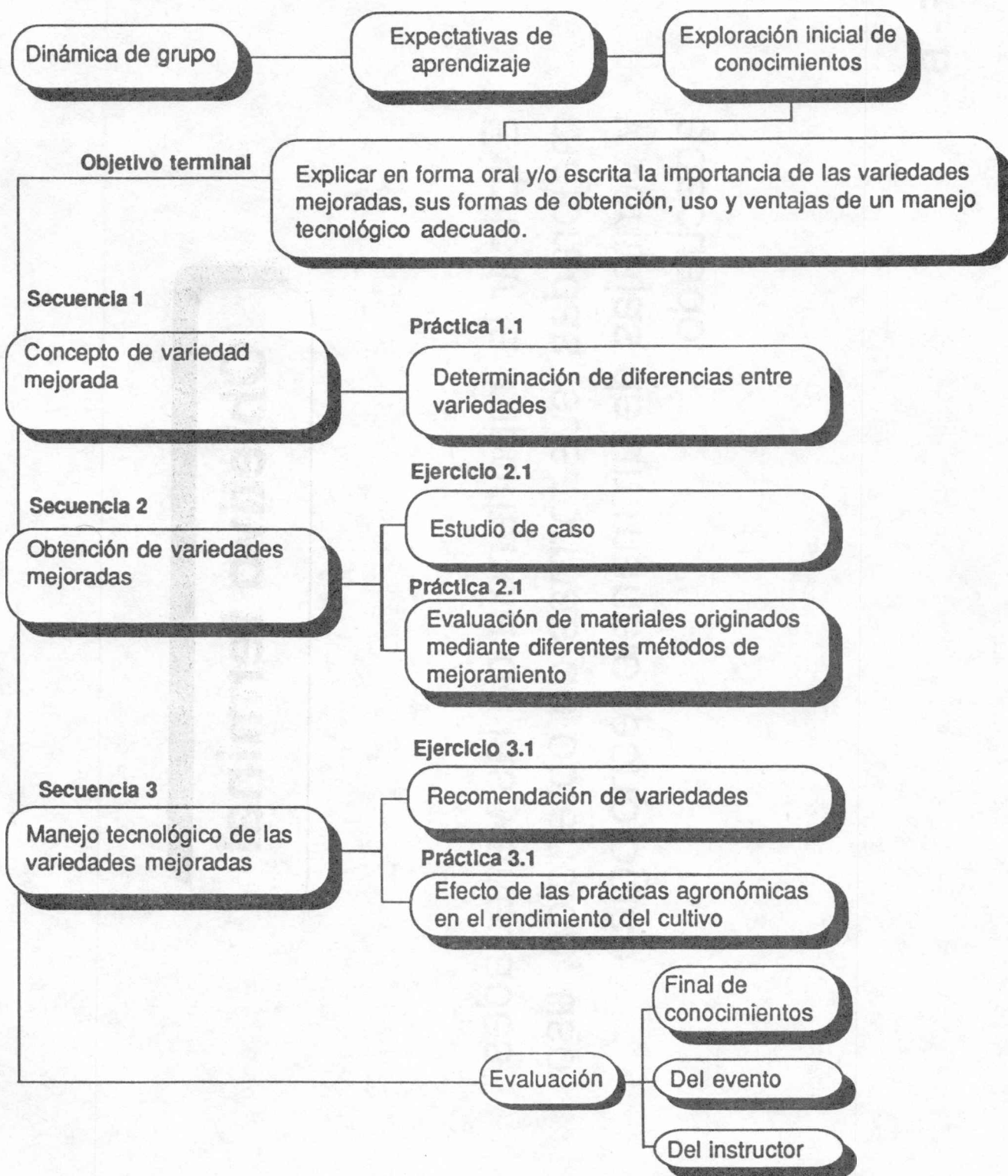
**VMF-10** Plagas y enfermedades

**VMF-11** Prácticas agronómicas

**VMF-12** Estrategias del manejo agronómico A y B (2)

**VMF-13** Factores socioeconómicos

## Flujograma para el estudio de esta unidad

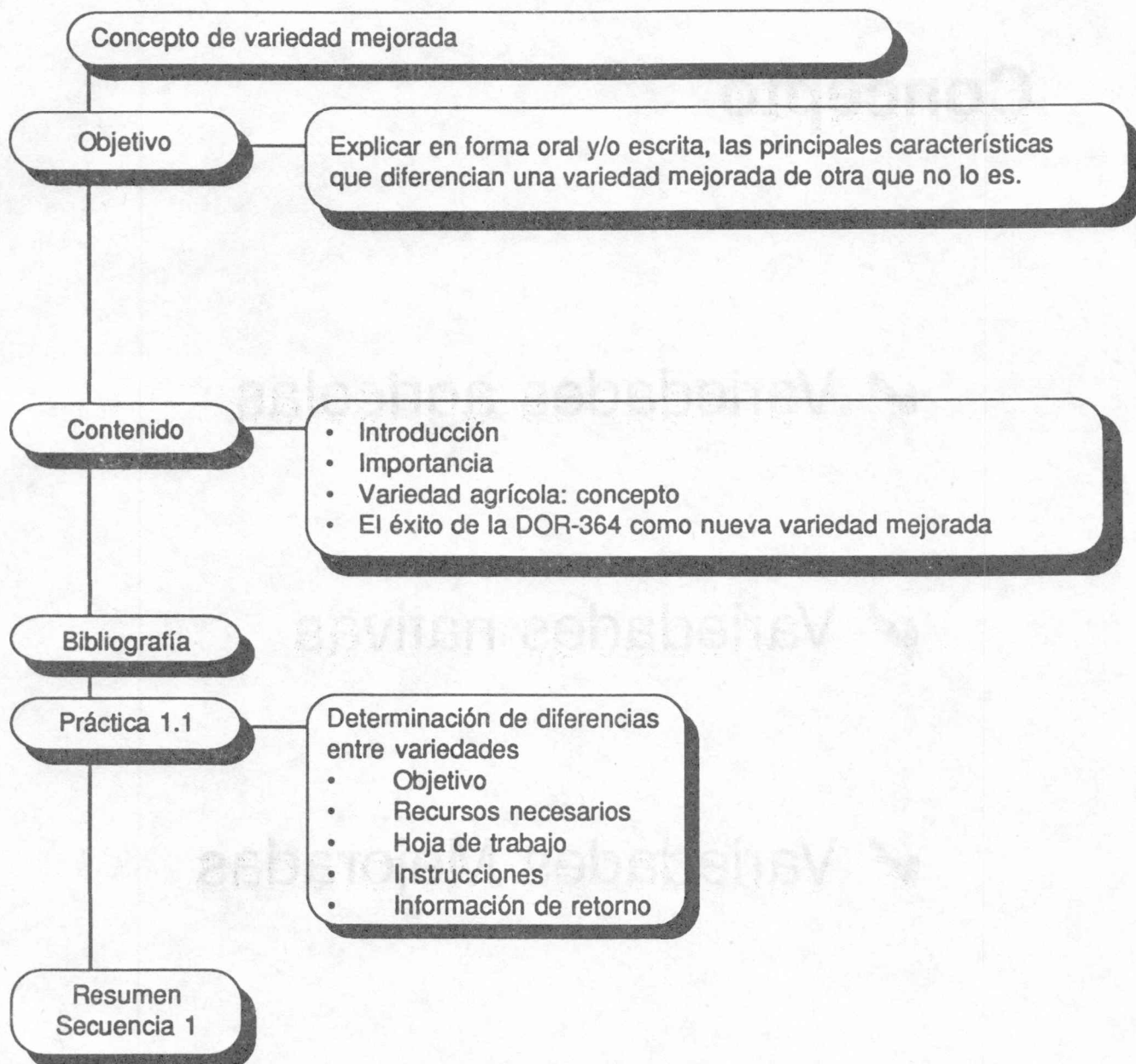


## **Objetivo terminal**

Explicar la importancia de las variedades mejoradas, sus formas de obtención, uso y ventajas de un manejo tecnológico adecuado.



## Flujograma Secuencia 1



# Concepto

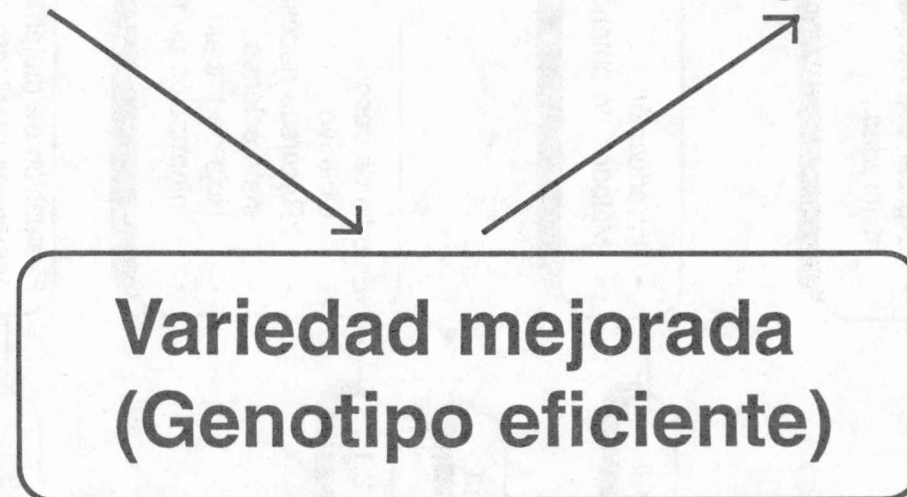
- ✓ Variedades agrícolas
- ✓ Variedades nativas
- ✓ Variedades Mejoradas

## Situación actual

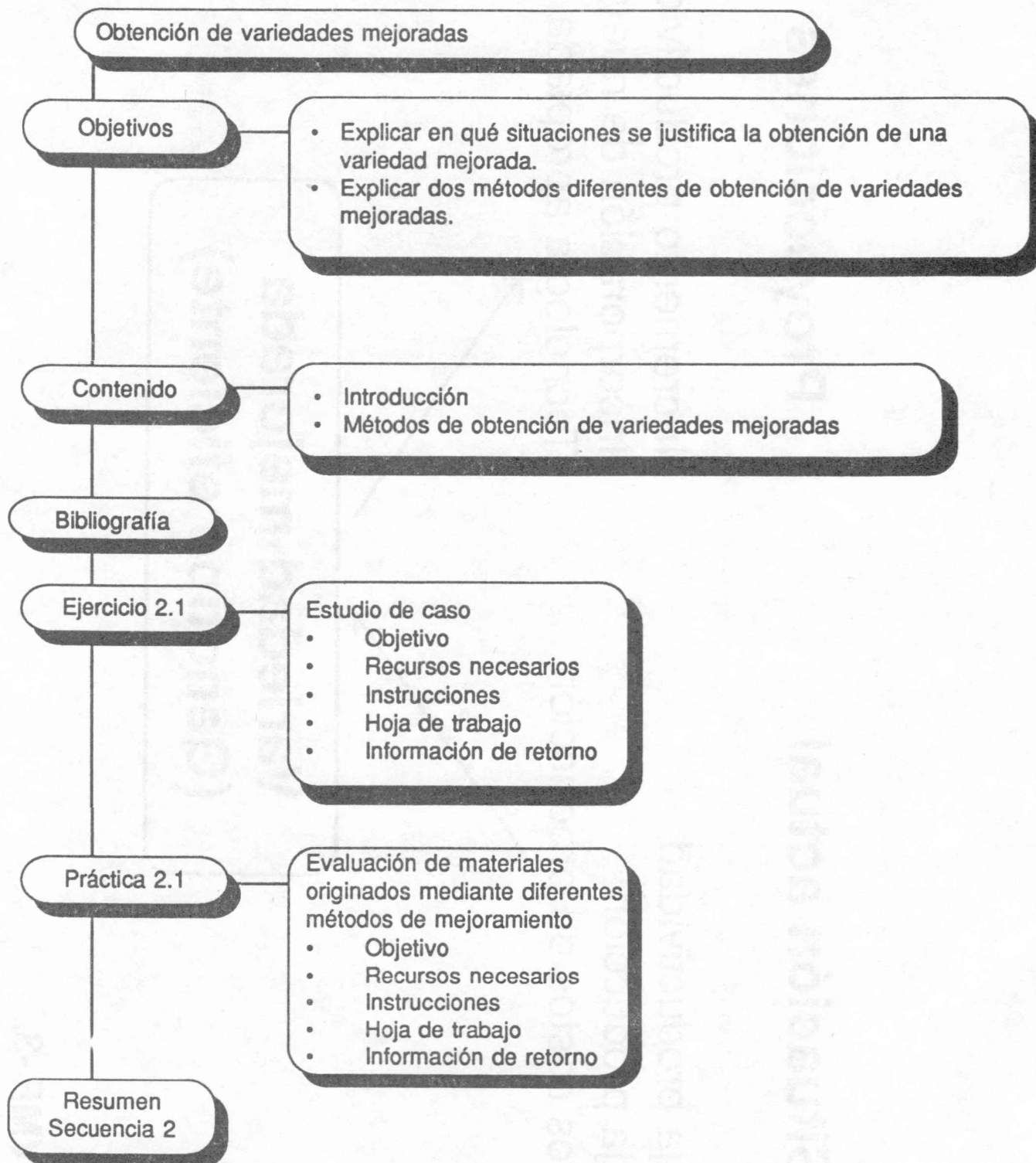
Baja productividad  
Baja producción  
Altos costos de producción

## Proyecciones

Incremento productividad  
Incorporación de nuevas áreas  
Tecnología apropiada

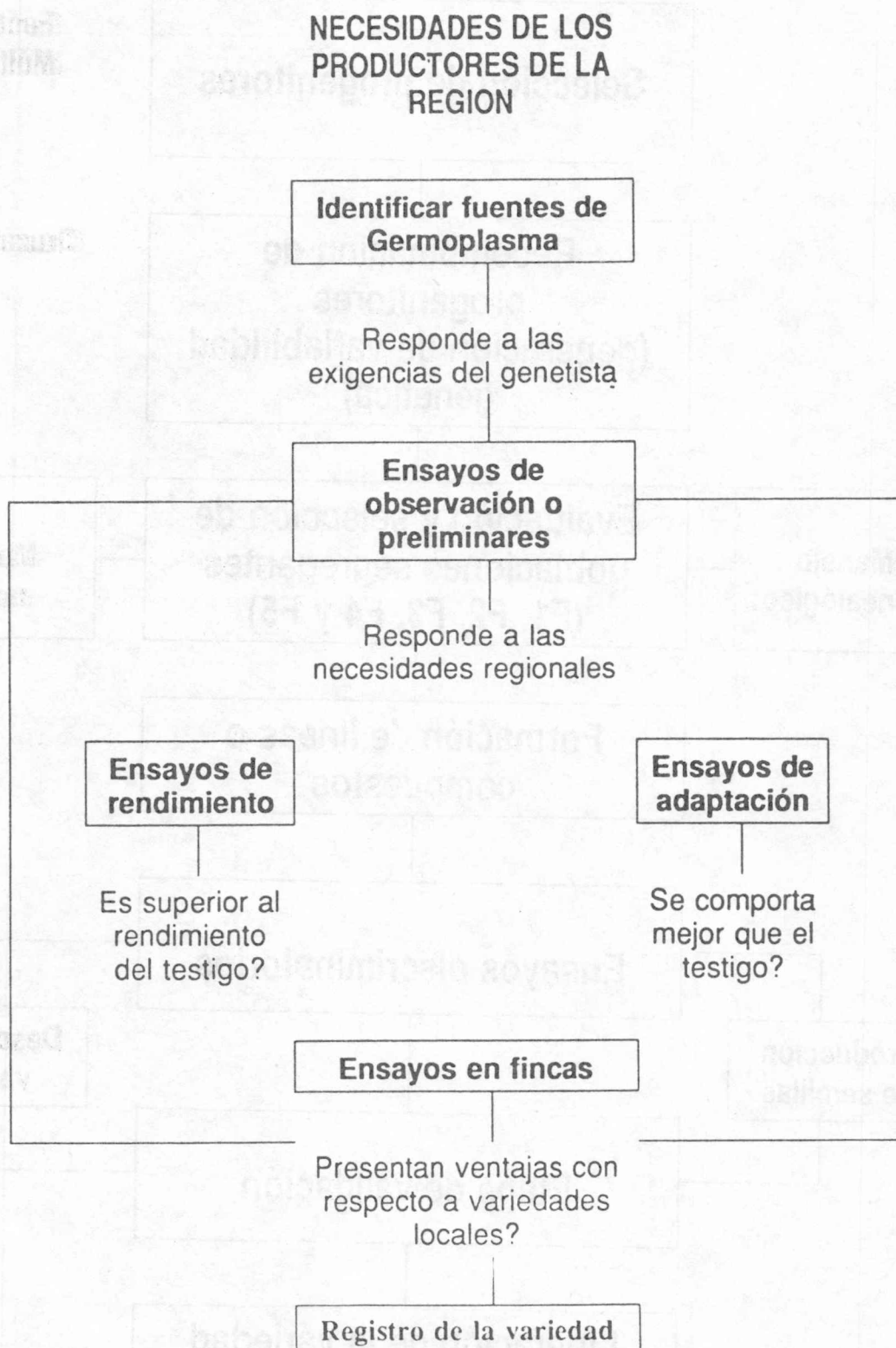


## Flujograma Secuencia 2

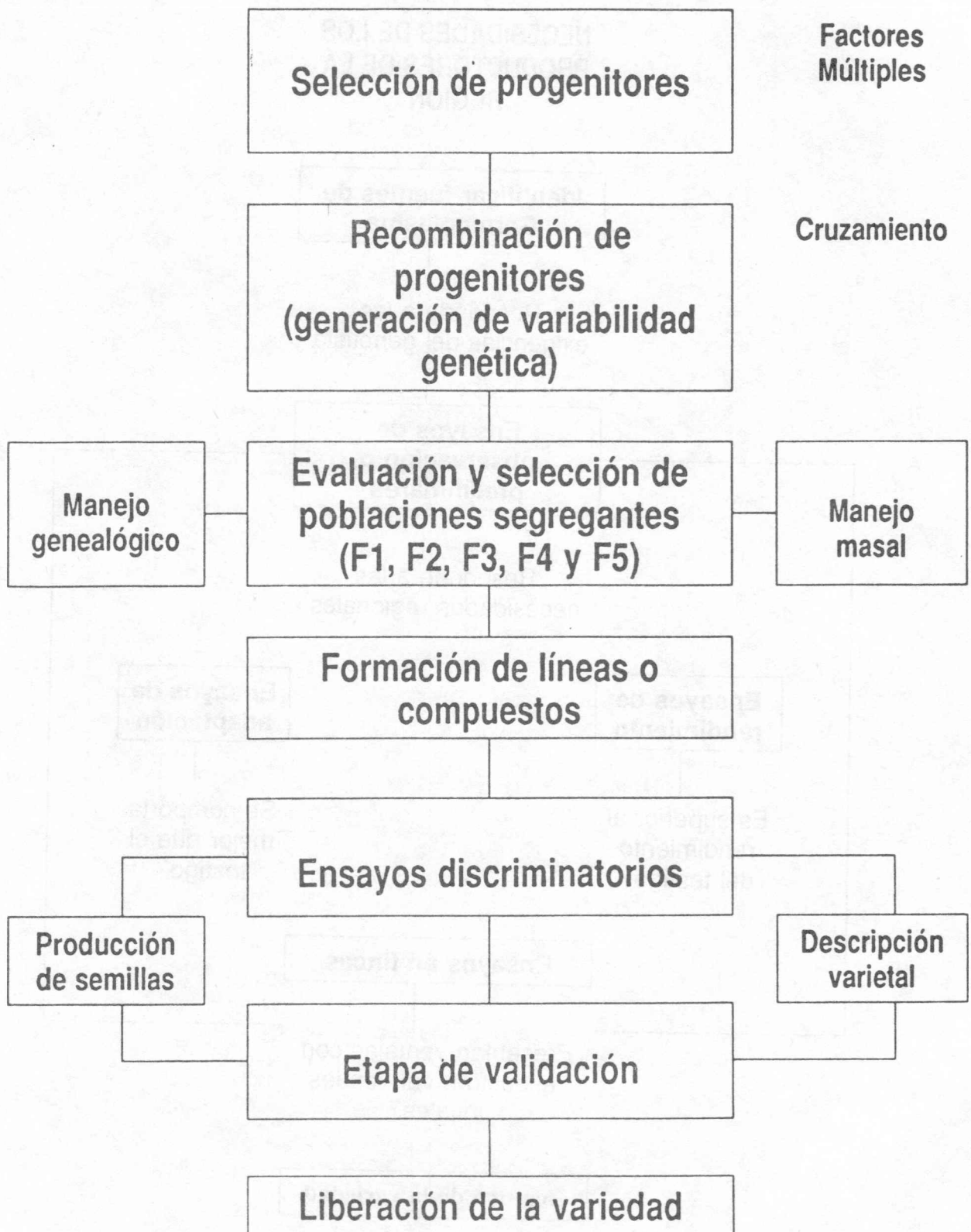




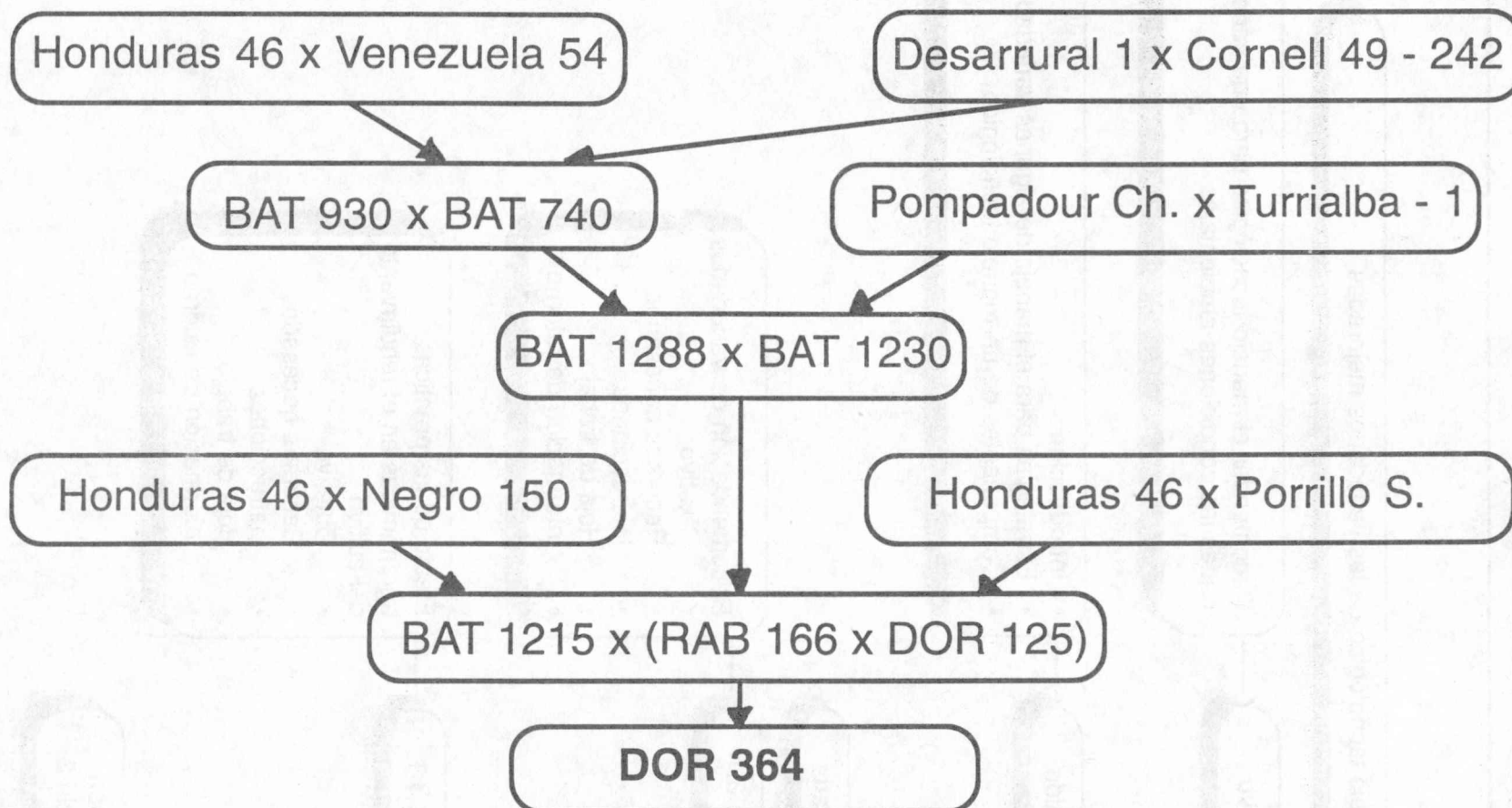
# Diagrama del mejoramiento genético por introducción



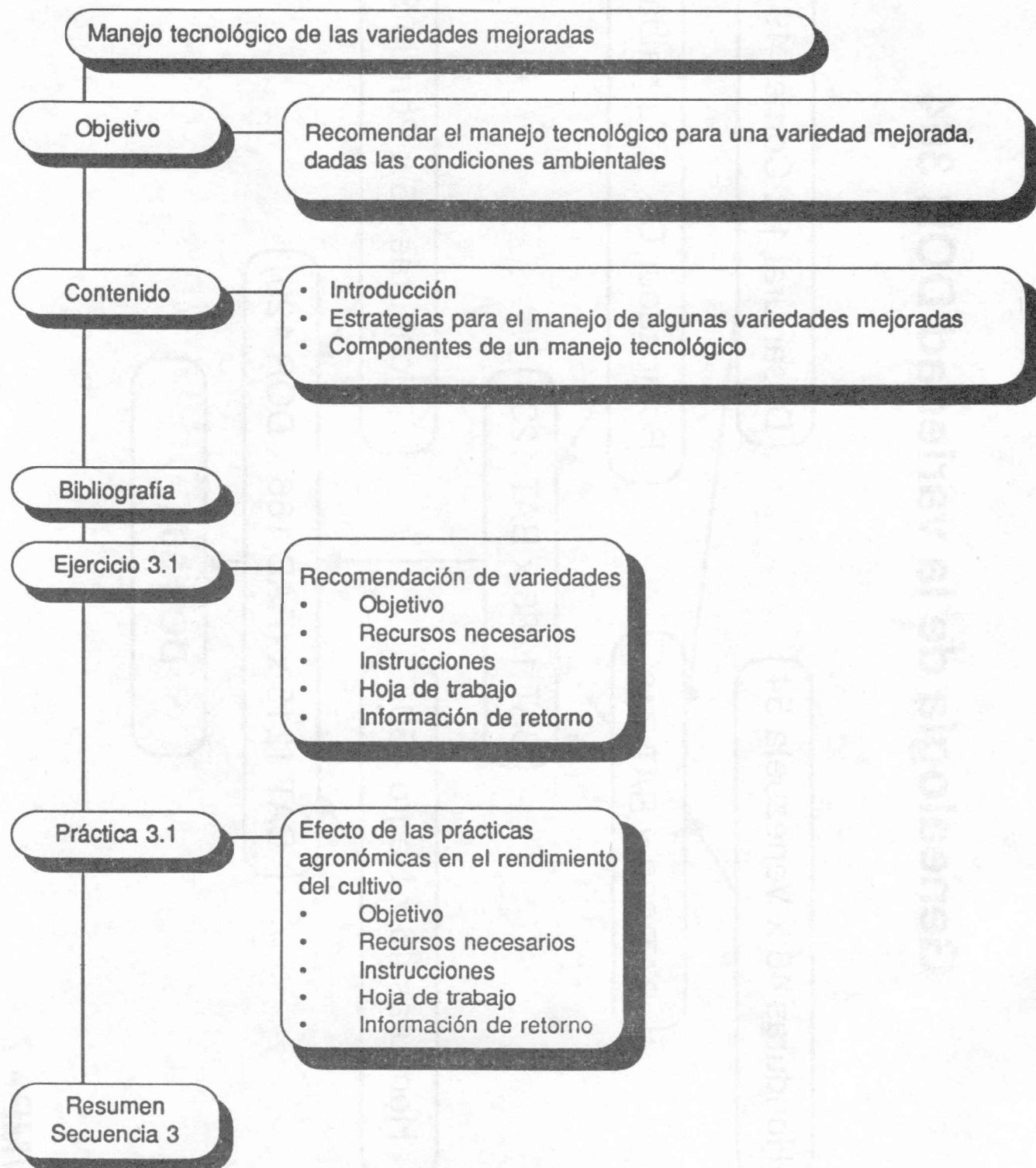
# Método de mejoramiento genético por hibridación



## Genealogía de la variedad DOR 364



## Flujograma Secuencia 3





**Fungicidas**

**Tolerancia**

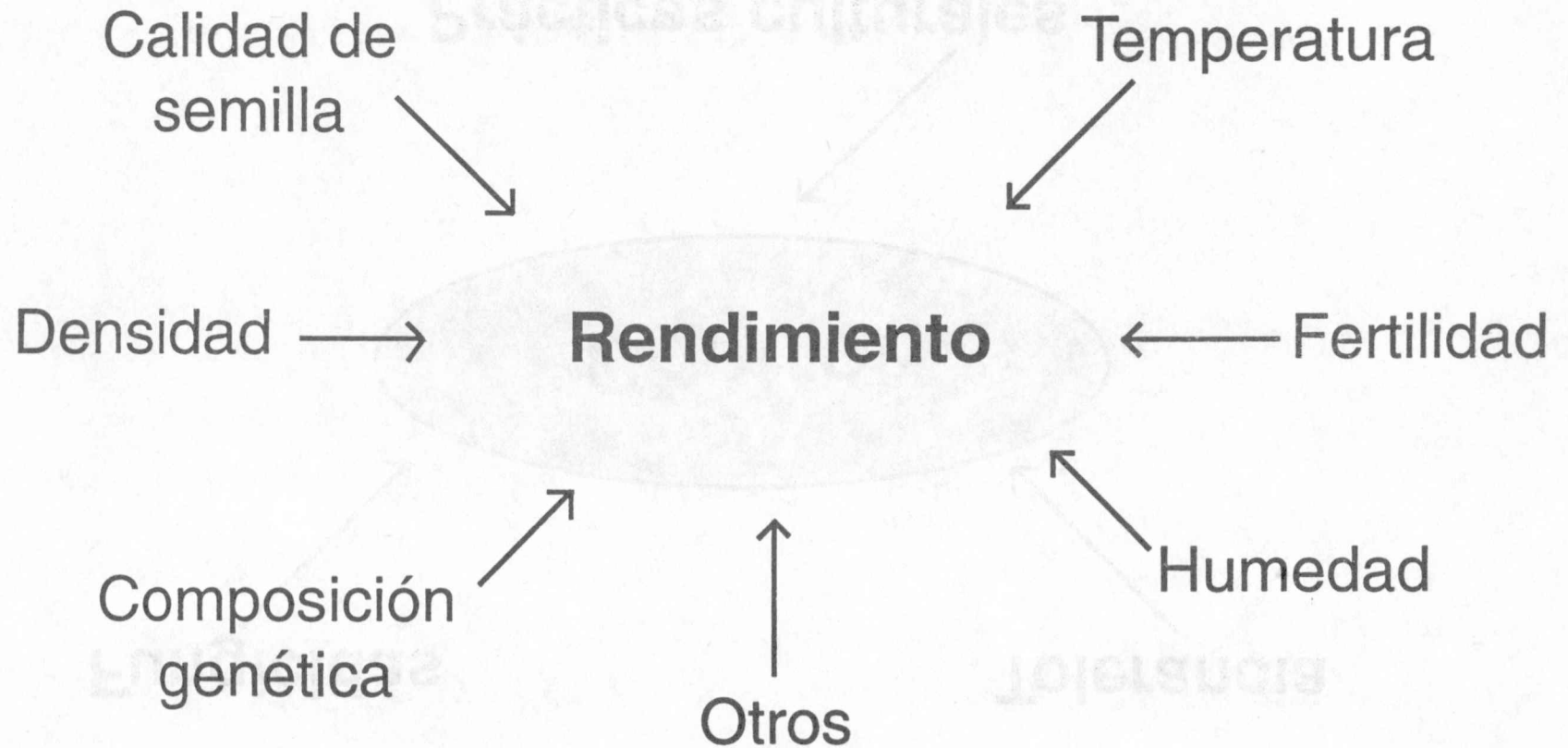


```
graph TD; Fungicidas --> Control; Tolerancia --> Control; Prácticas_culturales[Prácticas culturales] --> Control; Control((Control))
```

**Control**

**Prácticas culturales**

# Plagas y Enfermedades



# Prácticas agronómicas

- ✓ Protección fitosanitaria
  - Enfermedades
  - Plagas
- ✓ Fertilización
  - Análisis de suelo
- ✓ Semilla de buena calidad
  - Certificada
  - Producción artesanal

# **Estrategia Manejo agronómico (A)**

## **BAT 76**

Hábito II-B

Resistencia a antracnosis

Tolerancia a bajo P

Resistencia intermedia a mustia hilachosa

## **HUETAR**

Hábito II-B

Precoz (ciclo 70 días)

Alto rendimiento

Respuesta a ambientes favorables

Susceptible a alto Al

En asociación no afecta al maíz ni al cafeto

**VMF -12A**



## **Estrategia Manejo agronómico (B)**

### **DOR 364**

Hábito II-B

Resistencia mosaico dorado

Tolerancia intermedia a mustia hilachosa

Susceptible a alto Al, bajo P

### **TALAMANCA**

Hábito II-B

Precoz (ciclo 70 días)

Resistente mustia hilachosa

Susceptible a antracnosis

Deficiente en la extracción de N, P, y Ca

# Factores socioeconómicos

- ✓ Importación
- ✓ Exportación
- ✓ Hábitos de consumo
  - Calidad del grano
    - Color
    - Tamaño
    - Forma
    - Tiempo de cocción
    - Buenas características organoelécticas
- ✓ Crédito
- ✓ Mercadeo